



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Υποβοηθούμενη με υπερήχους και μικροκύματα  
εκχύλιση στην αξιοποίηση των υποπροϊόντων της  
οινοποίησης**

**του φοιτητή  
ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΥ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ  
ΑΜ: 161021**

**Επιβλέπων εκπαιδευτικός  
Παπακωνσταντίνου Σπύρος, Επίκουρος καθηγητής**

**Αθήνα , Φεβρουάριος 2023**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
SCHOOL OF FOOD SCIENCE  
DEPARTMENT OF WINE, VINE AND BEVERAGE SCIENCES**

**BACHELOR THESIS  
ULTRASOUND AND MICROWAVE ASSISTED  
EXTRACTION IN VALORIZATION OF WINEMAKING BY-  
PRODUCTS**

**by  
DIAMANTOPOULOS ALEXANDROS  
Registration Number: 161021**

**Supervisor: PAPAKONSTANTINOU SPYROS, Assistant Professor**

**EGALEO, FEBRUARY 2023**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΟΙΝΟΥ, ΑΜΠΕΛΟΥ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ**

**ΔΗΛΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

**Οι υπογράφοντες δηλώνουμε ότι έχουμε εξετάσει τη διπλωματική εργασία με τίτλο: « Υποβοηθούμενη με υπερήχους και μικροκύματα εκχύλιση στην αξιοποίηση των υποπροϊόντων της οινοποίησης »**

**και βεβαιώνουμε ότι γίνεται δεκτή.**

<b>Παπακωνσταντίνου Σπύρος</b>	
<b>Ταταρίδης Παναγιώτης</b>	
<b>Χατζηλαζάρου Αρχοντούλα</b>	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογράφων Διαμαντόπουλος Αλέξανδρος του Γεωργίου με αριθμό μητρώου 161021 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Επιστημών Τροφίμων του Τμήματος Επιστημών Οίνου , Αμπέλου και Ποτών δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Διαμαντόπουλος Αλέξανδρος



# Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, έχει ως στόχο να μελετήσει την υποβοηθούμενη με υπερήχους και μικροκύματα εκχύλιση στην αξιοποίηση των υποπροϊόντων της οινοποίησης. Αρχικά, μελετήθηκε ο οίνος και συγκεκριμένα η σύσταση του κρασιού. Μελετήθηκε η διαδικασία της οινοποίησης και οι μέθοδοι της οινοποίησης.

Στη συνέχεια, περιεγράφηκαν αναλυτικά οι ζυμώσεις και συγκεκριμένα η αλκοολική ζύμωση, και η μηλογαλακτική ζύμωση. Αυτές οι δύο ζυμώσεις είναι από τις πιο σημαντικές ζυμώσεις κατά την διαδικασία που γίνεται η οινοποίηση και παράλληλα μελετήσαμε την χημική σύσταση του κρασιού.

Ακόμα, μελετήσαμε τα υποπροϊόντα της βιομηχανίας οινοποίησης και συγκεκριμένα τα υποπροϊόντα παραγωγής οίνου και τα υποπροϊόντα εμφιάλωσης. Δόθηκε έμφαση όσο αφορά και πάλι το θέμα μας που είναι τα υποπροϊόντα, τις πολυφαινόλες και συγκεκριμένα τον ορισμό τους και την κατάταξη των πολυφαινολών.

Έπειτα, μελετήθηκαν οι διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στις φαινόλες και τα φλαβονοειδή. Μελετήθηκε το σταφύλι και οι πολυφαινόλες σε συνδυασμό, τα υποπροϊόντα και οι πολυφαινόλες σε συνδυασμό, και μελετήσαμε τον ρόλο των πολυφαινολών στην υγεία των ανθρώπων.

Κάτι ακόμα το οποίο μελετήθηκε και δόθηκε έμφαση, το οποίο είναι και το θέμα μας στην παρούσα εργασία, είναι η υποβοηθούμενη εκχύλιση και συγκεκριμένα η εκχύλιση με υπερήχους, ο μηχανισμός της δράσης τους, οι παράμετροι της εκχύλισης με τους υπερήχους και ακόμα οι εφαρμογές που έχουν οι υπέρηχοι.

Από την άλλη, εκτός από τους υπερήχους μελετήθηκε η εκχύλιση με μικροκύματα, ο μηχανισμός της δράσης τους και ακόμα οι παράμετροι της εκχύλισης με τα μικροκύματα.

Τέλος, μελετήσαμε και αναλύσαμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των υπερήχων όπως μελετήθηκαν επίσης και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα από την μέθοδο των μικροκυμάτων.

## Λέξεις-κλειδιά

Υποβοηθούμενη διάχυση, υπέρηχοι, μικροκύματα, μέθοδοι οινοποίησης, κρασί, υποπροϊόντα, πολυφαινόλες, ζύμωση, αλκοολική ζύμωση, μηλογαλακτική ζύμωση, φαινόλες, φλαβονοειδή, θερμότητα, ανοιχτό σύστημα, κλειστό σύστημα, λευκές και

ερυθρές ποικιλίες, υποπροϊόντα, επαναχρησιμοποίηση υποπροϊόντων, υγρά απόβλητα, εμφιάλωση, αμπελουργική περίοδος

## Abstract

This dissertation, aims to study ultrasonic and microwave assisted extraction in the utilization of the by-products of vinification. Initially, the wine was studied and specifically the composition of the wine. The process of vinification and the methods of vinification were studied.

Next, the fermentations were described in detail, namely the alcoholic fermentation, and the malolactic fermentation.

These two fermentations are among the most important fermentations in the process of wine making and the same time we studied the chemical composition of the wine.

Next, the fermentations were described in detail, namely the alcoholic fermentation, and the malolactic fermentation. These two fermentations are among the most important fermentations in the process of wine making and at the same time we studied the chemical composition of the wine.

We also studied the by-products of the wine making industry and in particular the by-products of wine production and the by-products of bottling. Emphasis was again placed on our subject which is by-products, polyphenols and in particular their definition and classification of polyphenols.

Next, the differences between phenols and flavonoids were studied. We studied grape and polyphenols in combination, and we studied the role of polyphenols in human health.

Another thing that has been studied and emphasized, which, is also our topic in the present work, is the assisted extraction and specifically the ultrasonic extraction, the mechanism of their action, the parameters of the ultrasonic extraction and even the applications that have the ultrasounds.

On the other hand, in addition to ultrasound, microwave extraction, their mechanism of action and even the parameters of microwave extraction were studied.

Finally, we studied and analyzed the advantages and disadvantages of ultrasound as well as the advantages and disadvantages of the microwave method.

### Keywords

Assisted diffusion, ultrasound, microwave, vinification methods, wine, by-products, polyphenols, fermentations, alcoholic fermentations, malolactic fermentations,

phenols, flavonoids, close systems, open systems, white and red varieties, reuse of by-products, reuse, liquid waste, bottling, wine growing season.

# Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....σελ	11-12
Κεφάλαιο 1. Οίνος.....σελ	13
1.1 Εισαγωγή.....σελ	13
1.2 Σύσταση σταφυλιού.....σελ	13
1.3 Λευκές και ερυθρές ποικιλίες.....σελ	15
1.3.1 Παγκόσμιες Λευκές και ερυθρές ποικιλίες.....σελ	15
1.3.2 Αμπελουργική περίοδος.....σελ	16
1.4 Διαδικασία οινοποίησης.....σελ	17
1.4.1 Μέθοδοι οινοποίησης.....σελ	19
Κεφάλαιο 2. Χημεία Κρασιού.....σελ	22
2.1 Ζύμωση.....σελ	22
2.2 Αλκοολική Ζύμωση.....σελ	23
2.3 Μηλογαλακτική ζύμωση.....σελ	25
2.4 Χημική σύσταση κρασιού.....σελ	25
2.5 Χρώμα Κρασιών.....σελ	29
Κεφάλαιο 3. Υποπροϊόντα βιομηχανίας οινοποίησης.....σελ	31
3.1 Εισαγωγή.....σελ	31
3.1.1 Ανάγκη για επαναχρησιμοποίηση υποπροϊόντων οινοποίησης.....σελ	32
3.2 Υποπροϊόντα παραγωγής οίνου.....σελ	33
3.2.1 Υγρά απόβλητα.....σελ	35
3.3 Υποπροϊόντα εμφιάλωσης.....σελ	36
3.4 Πολυφαινόλες και υποπροϊόντα οινοποίησης.....σελ	37
3.4.1 Πολυφαινόλες.....σελ	38
3.4.2 Κατάταξη Πολυφαινολών.....σελ	38
3.4.3 Φαινόλες και Φλαβονοειδή.....σελ	38
3.4.4 Σταφύλι και Πολυφαινόλες.....σελ	38
3.4.4 Υποπροϊόντα οινοποίησης και Πολυφαινόλες.....σελ	39



3.4.5 Πολυφαινόλες και υγεία.....σελ	40
3.4.6 Εκχύλιση πολυφαινολών στην διαδικασία της οινοποίησης.....σελ	41
3.4.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την εκχύλιση φαινολικών.....σελ	41
3.4.8 Βελτίωση της εκχύλισης των πολυφαινολών κατά την διαδικασία της οινοποίησης.....σελ	41
Κεφάλαιο 4. Υποβοηθούμενη εκχύλιση.....σελ	41
4.1 Γενικά.....σελ	42
4.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την εκχύλιση.....σελ	43
4.2 Εκχύλιση με υπερήχους.....σελ	44
4.2.1 Μηχανισμός υπερήχων.....σελ	44
4.2.2 Παράμετροι εκχύλισης με υπερήχους.....σελ	45
4.2.3 Εφαρμογές των υπερήχων στην εκχύλιση.....σελ	46
4.3 Εκχύλιση με μικροκύματα.....σελ	46
4.3.1 Μηχανισμός θέρμανσης μικροκυμάτων.....σελ	47
4.3.2 Παράμετροι εκχύλισης με μικροκύματα.....σελ	48
4.3.3 Φούρνος μικροκυμάτων.....σελ	50
4.3.4 Εφαρμογές της εκχύλισης με μικροκύματα.....σελ	52
4.4 Σύγκριση εκχύλισης με υπερήχους και μικροκύματα.....σελ	53
4.4.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μικροκυμάτων.....σελ	55
4.4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υπερήχων.....σελ	57
Συμπεράσματα.....σελ	58

# Ευρετήριο εικόνων

## Εικόνες

1. Κρασί.....σελ 13
2. Σύσταση σταφυλιού.....σελ 14
3. Λευκές και ερυθρές ποικιλίες.....σελ 16
4. Αμπελουργική περίοδος.....σελ 17
5. Οινοποίηση.....σελ 19
6. Λευκή οινοποίηση.....σελ 20
7. Ερυθρή οινοποίηση.....σελ 21
8. Αλκοολική ζύμωση.....σελ 23
9. Μηλογαλακτική ζύμωση.....σελ 24
10. Κιτρικό οξύ.....σελ 24
11. Αιθανόλη.....σελ 25
12. Γλυκόζη και φρουκτόζη .....σελ 26
13. Τρυγικό οξύ.....σελ 26
14. Μηλικό οξύ.....σελ 27
15. Κιτρικό οξύ.....σελ 27
16. Κετόνες.....σελ 28
17. Εστέρες.....σελ 28
18. Πηκτίνη.....σελ 29
19. Τερπένια.....σελ 30
20. Λευκό και κόκκινο κρασί.....σελ 31
21. Οινοποίηση.....σελ 37
22. Ανακύκλωση.....σελ 39
23. Οινολάσπες.....σελ 41
24. Στέμφυλα.....σελ 42
25. Κουτιά.....σελ 43
26. Πολυφαινόλες.....σελ 44
27. Φλαβονοειδή.....σελ 45
28. Αντιοξειδωτική Δράση.....σελ 46
29. Πολυφαινόλες και υγεία .....σελ 48
30. Χημικές δομές.....σελ 50
31. Εκχύλιση.....σελ 51
32. Παράγοντες που επηρεάζουν την εκχύλιση.....σελ 52
33. Ακουστικό φάσμα.....σελ 53
34. Υπερηχητική σπηλαίωση.....σελ 54
35. Μηχανισμός υπερηχητικής εκχύλισης.....σελ 55
36. Μικροκύματα.....σελ 56
37. Ιοντική αγωγιμότητα.....σελ 58
38. Διεπιφανειακή πόλωση .....σελ 58
39. Εκχύλιση με μικροκύματα.....σελ 59
40. Μικροκύματα.....σελ 60

41. Συστήματα ανοικτού τύπου.....σελ 61
42. Συστήματα κλειστού τύπου.....σελ 62

# Εισαγωγή

Το αμπέλι, από το οποίο προέρχεται το κρασί έχει προϊστορία πολλών εκατομμυρίων χρόνων. Απολιθωμένα κλήματα 60 εκατομμυρίων ετών αποτελούν την αρχαιότερη επιστημονική απόδειξη της ηλικίας της αμπέλου. Πριν ακόμα από την εποχή των παγετώνων ευδοκίμωσε στην πολική ζώνη, κυρίως στην Ισλανδία, στην Βόρεια Ευρώπη αλλά και τη βορειοδυτική Ασία. Οι παγετώνες περιόρισαν σημαντικά την εξάπλωση του και επέβαλαν γεωγραφική απομόνωση αρκετών ποικιλιών, και μέρος από αυτά εξελίχθηκαν σε διαφορετικά είδη. Στην πορεία των χρόνων, διάφοροι πληθυσμοί μετακινήθηκαν προς θερμότερες ζώνες, κυρίως προς την περιοχή του Καυκάσου. Στην περιοχή αυτή, μεταξύ Εύξεινου Πόντου και Κασπίας θάλασσας και Μεσοποταμίας, γεννήθηκε το είδος Άμπελος η οينوφόρος.

Οι Αρχαίοι Έλληνες, έπιναν το κρασί αναμειγνύοντας το με νερό, σε αναλογία συνήθως 1:3. Η λέξη κρασί υποδηλώνει το αναμειγμένο με νερό οίνο, ενώ άκρατος λεγόταν ο ανόθευτος οίνος. Διέθεταν ειδικά σκεύη τόσο για την ανάμειξη όσο και για την ψύξη του. Διαδεδομένη ήταν ακόμα η κατανάλωση κρασιού με μέλι καθώς και η χρήση μυρωδικών. Η προσθήκη αψίνθου στο κρασί ήταν επίσης γνωστή μέθοδος και αναφέρεται ως Ιπποκράτειος Οίνος όπως και η προσθήκη ρητίνης.

Ο τρόπος παραγωγής του κρασιού σε παλαιότερες εποχές δεν διέφερε πολύ από τις σύγχρονες πρακτικές. Οι Έλληνες γνώριζαν την παλαίωση του κρασιού, την οποία επιτύγχαναν μέσα σε θαμμένα πιθάκια, σφραγισμένα με γύψο και ρετσίνι. Το κρασί εμφιαλώνταν σε ασκούς ή σε σφραγισμένους πήλινους αμφορείς, αλειμμένους με πίσσα για να μένουν στεγανοί.

Ακόμα, τα τελευταία χρόνια φαίνονται ότι το οφέλη από την κατανάλωση του κρασιού στην υγεία του ανθρώπου είναι αρκετά. Η κατανάλωση του κρασιού με μέτρο προσφέρει αντιοξειδωτική δράση περιορίζοντας τα εγκεφαλικά και τα καρδιακά επεισόδια. Μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων καθώς και διάφορων μορφών καρκίνου, και να βελτιώσει την κυκλοφορία του αίματος. Ακόμα, το κρασί έχει αντιφλεγμονώδη και αντιγηραντική δράση, εμποδίζοντας την εμφάνιση εκφυλιστικών ασθενειών του εγκεφάλου.

Οι πιο πολλές από τις δράσεις του κρασιού οφείλονται στις οργανικές ενώσεις που υπάρχουν στο κρασί, τα φαινολικά συστατικά. Τα φαινολικά συστατικά προσφέρουν και αυτά αρκετά οφέλη στην υγεία. Καθορίζουν τον οργανοληπτικό χαρακτήρα του κρασιού, το χρώμα του και γενικά συμβάλλουν στην πολυπλοκότητα και στην δομή του κρασιού. Επίσης, η σύσταση του κρασιού εξαρτάται από την ποικιλία του σταφυλιού, από τον χρόνο εκχύλισης, τις προζυμωτικές και μεταζυμωτικές διεργασίες, από τα πηκτινολυτικά ένζυμα, την παλαίωση και την ατμόσφαιρα αποθήκευσης του κρασιού.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η εφαρμογή της τεχνολογίας και συγκεκριμένα η επίδραση των υπερήχων και των μικροκυμάτων στην αξιοποίηση υποπροϊόντων της οινοποίησης. Ειδικότερα, οι επιμέρους στόχοι είναι:

- Η εφαρμογή της εκχύλισης με υπερήχους
- Η εφαρμογή της εκχύλισης με μικροκύματα

Συγκεκριμένα, στην εργασία υπάρχει η περίληψη, η εισαγωγή, 4 κεφάλαια, τα συμπεράσματα και η βιβλιογραφία. Επιπλέον, στο κυρίως κείμενο περιέχονται σελίδες στις οποίες υπάρχουν εικόνες.

Όσο αφορά τον πρώτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στον οίνο γενικά, και στην σύσταση του σταφυλιού. Ακόμα, γίνεται αναφορά στις ποικιλίες των κρασιών και συγκεκριμένα των λευκών και των ερυθρών, και στις παγκόσμιες λευκές και ερυθρές ποικιλίες. Και ενώ συγκεκριμένα δίνει έμφαση στην σύσταση του σταφυλιού, την διαδικασία της οινοποίησης, στην αμπελουργική περίοδο και τις μεθόδους της οινοποίησης. Το δεύτερο κεφάλαιο, αφορά την χημεία του κρασιού γενικά και δίνεται έμφαση στις ζυμώσεις και συγκεκριμένα για την αλκοολική και την μηλογαλακτική ζύμωση, ενώ παράλληλα μελετάτε και η σύσταση του κρασιού και το χρώμα τους επίσης. Το τρίτο κεφάλαιο, αφορά τα υποπροϊόντα της βιομηχανίας οινοποίησης. Επίσης, γίνεται αναφορά στα υποπροϊόντα παραγωγής οίνου και στα υποπροϊόντα εμφιάλωσης ενώ γίνεται συζήτηση για την ανάγκη για την επαναχρησιμοποίηση των υποπροϊόντων της οινοποίησης. Επίσης, στα υποπροϊόντα παραγωγής οίνου στα υποκεφάλαια του τρίτου κεφαλαίου περιλαμβάνονται τα υγρά απόβλητα. Κάτι ακόμα, που αναφέρεται και συγκεκριμένα στις πολυφαινόλες είναι η κατάταξη τους που χωρίζονται αναλυτικά. Ακόμα, γίνεται αναφορά στα υποπροϊόντα σε συνδυασμό με τις πολυφαινόλες, οι φαινόλες και τα φλαβονοειδή, οι πολυφαινόλες και το σταφύλι, τα υποπροϊόντα της οινοποίησης μαζί με τις πολυφαινόλες και την σχέση των πολυφαινολών με την υγεία των ανθρώπων, οι παράγοντες που επηρεάζουν την εκχύλιση των φαινολικών και η βελτίωση της εκχύλισης των πολυφαινολών κατά την διαδικασία της οινοποίησης.

Επιπλέον, το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στην υποβοηθούμενη εκχύλιση γενικά και συγκεκριμένα, για όσο αφορά τους υπερήχους τον μηχανισμό των υπερήχων, τις παραμέτρους εκχύλισης των υπερήχων και τις εφαρμογές των υπερήχων στην εκχύλιση.

Από την άλλη όσο αφορά τα μικροκύματα, εξηγείται και πάλι ο μηχανισμός θέρμανσης των μικροκυμάτων, και τις παραμέτρους εκχύλισης με τα μικροκύματα. Ακόμα, αναφέρεται ο φούρνος μικροκυμάτων και όπως και στην υποβοηθούμενη εκχύλιση με τους υπερήχους αναφέρονται οι εφαρμογές τους που έχουν στην εκχύλιση, έτσι και εδώ στα μικροκύματα γίνεται αναφορά στις εφαρμογές τους. Παράλληλα, σε αυτό το κεφάλαιο όσο αφορά τους υπερήχους και τα μικροκύματα γίνεται σύγκριση μεταξύ τους, και αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα από την εκχύλιση των υπερήχων και από την εκχύλιση των μικροκυμάτων.

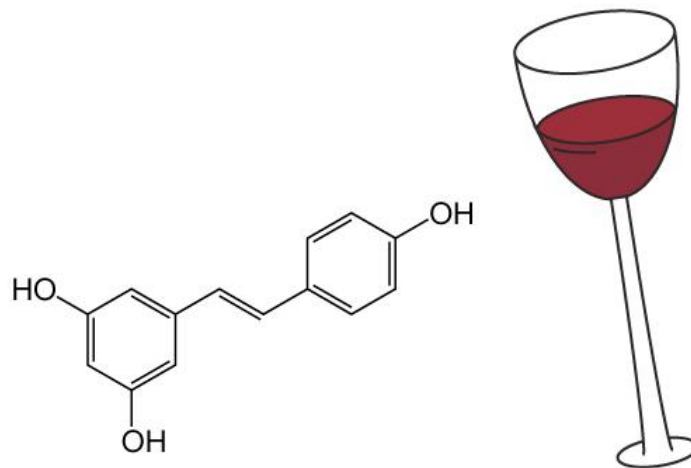
Τέλος, αναγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εργασία όπως και η βιβλιογραφία.

# Κεφάλαιο 1. Οίνος

## 1.1 Εισαγωγή

Ο οίνος ή αλλιώς το κρασί είναι ένα ποτό αλκοολούχο το οποίο παράγεται από τον χυμό των σταφυλιών όπου τα σάκχαρα μετατρέπονται σε αλκοόλη μέσω μιας αντίδρασης που λέγεται αλκοολική ζύμωση και επιτελείται από ειδικά ένζυμα, τις ζυμάσες των ζυμομυκήτων.

Επίσης, η παραγωγή του κρασιού μπορεί να γίνει από αρκετά φρούτα αλλά η πιο συχνή και συνηθισμένη είναι αυτή η οποία γνωρίζουμε, δηλαδή των σταφυλιών. Όσο αφορά τις κατηγορίες των σταφυλιών, υπάρχουν δύο είδη και αυτά είναι τα οινοποιήσιμα και τα επιτραπέζια. Η διαφορά αυτών των δύο ειδών είναι στο μέγεθος πρώτα από όλα όπου, τα οινοποιήσιμα είναι πιο μικρά από τα επιτραπέζια. Ακόμα, κάτι σημαντικό είναι πως τα οινοποιήσιμα έχουν πιο παχιά φλούδα και πιο πολλά κουκούτσια αλλά μικρότερες αποδόσεις.



Εικόνα 1:Κρασί

Πάρθηκε από: <https://www.12x75.com/wine-science/>

## 1.2 Σύσταση σταφυλιού

Το σταφύλι αποτελείται από τα τσάμπουρα, τα κουκούτσια, τη φλούδα και τη σάρκα. Τα τσάμπουρα είναι πλούσια σε άλατα μετά καλίου οργανικών οξέων και σε πολυφαινόλες ενώ είναι φτωχά σε σάκχαρα. Τα κουκούτσια, περιέχουν αρκετά διάφορα συστατικά που είναι τα σάκχαρα, τα έλαια, οι ταννίνες, οι αζωτούχες ενώσεις, ανόργανα άλατα, λιπαρά οξέα και νερό.

Η φλούδα, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην οινοποίηση. Η επιδερμίδα της καλύπτεται από ένα κηρώδες επικάλυμμα που αποτελείται από λιπαρά οξέα,

αλκοόλες, εστέρες και αλδεΐδες. Επίσης, είναι πλούσια σε κυτταρίνη η φλούδα, και περιέχει πηκτίνες, πρωτεΐνες, πολυφαινόλες, κιτρικό οξύ και τρυγικό. Οι ερυθρές ποικιλίες περιέχουν περισσότερες πολυφαινόλες σε σχέση με τις λευκές. Ακόμα, η φλούδα περιέχει και τα αρωματικά συστατικά των σταφυλιών.

Η σάρκα αποτελείται από μεγάλα κύτταρα, τα οποία κάτω από την κυτταρική μεμβράνη περικλείουν το γλεύκος και αποτελεί το 75-85% της ρόγας. Η σάρκα περιέχει σάκχαρα και οργανικά οξέα. Οι αζωτούχες ενώσεις αποτελούν κυρίως το 20-25% και είναι κυρίως αμμωνιακά άλατα, πρωτεΐνες και αμινοξέα. Τα αμινοξέα, έχουν σχέση με την γεύση και το άρωμα του κρασιού. Οι πηκτίνες, είναι ετεροπολυσακχαρίτες που έχουν δομική μονάδα το πολυγαλακτουρονικό οξύ και οι δομικές μονάδες ενώνονται με γλυκοζιτικούς δεσμούς.

Οι ταννίνες, είναι μία ομάδα φαινολικών συστατικών των σταφυλιών του κρασιού και του γλεύκους που επηρεάζουν τον οργανοληπτικό χαρακτήρα. Όσο αφορά τις ταννίνες που υπάρχουν στα σταφύλια και στα κρασιά, είναι ενώσεις πολυμερείς κατεχινών και λευκοανθοκυανιδινών. Το χρώμα τους είναι καφεκίτρινο. Τέλος, οι ταννίνες έχουν την ιδιότητα να αντιδρούν με πρωτεΐνες και έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διαύγαση των κρασιών, ενώ οι ταννίνες που υπάρχουν στο εμπόριο και προστίθενται στα κρασιά είναι γλυκοζίτες και τα μόρια περιέχουν φαινολικές ενώσεις. Κάποιες από αυτές τις ενώσεις είναι ελαγικό οξύ και το γαλλικό οξύ.

## Μηχ. Σύσταση σταφυλιού

Ράγα 93 – 97% του συνολικού βάρους, με

- Φλοιό 7-20%
- Σάρκα 75-85%
- Γίγαρτα 2-6% και

Βόστρυχος 3-7% του συνολικού βάρους



- Απόδοση σταφυλιού σε γλεύκος= 75-85%

Εικόνα 2: Σύσταση σταφυλιού

Πάρθηκε από:

<https://www.google.com/search?q=%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7+%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%86%CF%85%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%8D&hl=en->

GB&sxsrf=ALiCzsZVUbaFTpY2pnxVgS6EcuwlCePQ\_A:1654694973022&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUK EwiD8c-Q-534AhWdiv0H

## 1.3 Λευκές και ερυθρές ποικιλίες

Οι οίνοι ονομάζονται ανάλογα με την ποικιλία των σταφυλιών και ανάλογα από πού παράχθηκαν. Σύμφωνα με το χρώμα τους χωρίζονται σε

- Λευκοί
- Κόκκινοι
- Ροζέ

Επίσης, μπορούν να χωριστούν ακόμα ανάλογα με το αν περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα σε αφρώδεις οίνους, και με βάση τα σάκχαρα που περιέχουν χωρίζονται σε:

- Ξηρά
- Ημίξηρα
- Γλυκά
- Ημίγλυκα

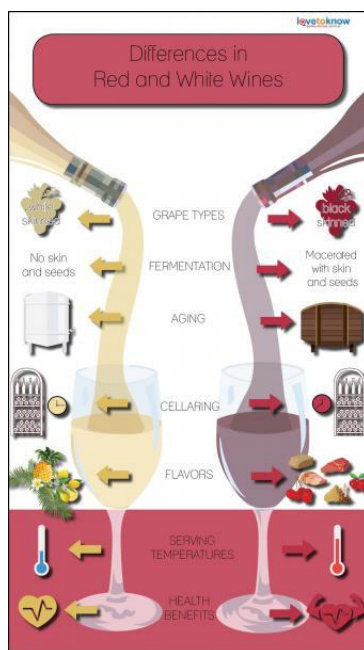
Τέλος, μία ακόμα διάκριση που μπορεί να γίνει για τους οίνους είναι με βάση το έτος συγκομιδής των σταφυλιών.

### 1.3.1 Παγκόσμιες λευκές και ερυθρές ποικιλίες

Στον κόσμο, υπάρχουν αρκετές λευκές ποικιλίες οι οποίες κάποιες από αυτές είναι η Chenin blanc και Chardonnay. Κάποιες από τις παγκόσμιες ποικιλίες όσο αφορά τις ερυθρές είναι Merlot, Pinot Noir, Cabernet franc και Syrah.

Επίσης, υπάρχουν και ελληνικές ποικιλίες. Κάποιες από αυτές είναι το Ασύρτικο, το Μοσχάτο και το μοσχοφίλερο οι οποίες είναι λευκές. Στις ερυθρές είναι το Αγιωργίτικο, η Μαυροδάφνη και το Ξινόμαυρο.





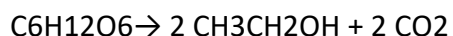
Εικόνα 3:Λευκές και Κόκκινες Ποικιλίες

Πάρθηκε από: [https://wine.lovetoknow.com/wiki/Wine\\_Differences](https://wine.lovetoknow.com/wiki/Wine_Differences)

### 1.3.2 Αμπελουργική Περίοδος

Στον ετήσιο κύκλο του αμπελιού υπάρχουν αλλαγές οι οποίες γίνονται σε όλη την διάρκεια του έτους. Υπάρχει η βλαστική περίοδος η οποία ξεκινά από τα τέλη Μάρτη με αρχές Απρίλη η οποία διακρίνεται στην εκβλάστηση, και στη συνέχεια είναι η ανθοφορία η οποία ξεκινά από τα μέσα Μάη με αρχές Ιούνη και τελειώνει περίπου αρχές Αυγούστου. Αρχές Αυγούστου συμβαίνει η έναρξη της ωρίμανσης.

Επίσης, όταν γίνει η ωρίμανση στα σταφύλια και με βάση τον σκοπό που προορίζονται τα σταφύλια και με βάση την ποικιλία που έχουν γίνεται τότε η περισυλλογή των σταφυλιών μέσω του τρυγητού, αργότερα γίνεται η γλεukoποίηση, στην οποία διαδικασία μετατρέπονται τα σταφύλια σε μούστο, η αλκοολική ζύμωση στην οποία ο μούστος μετατρέπεται σε οίνο. Η μετατροπή αυτή του μούστου σε οίνο συμβαίνει με βάση κάποια χημική αντίδραση η οποία παρουσιάζεται πιο κάτω.





Εικόνα 4: Καλλιεργητική Περίοδος

Πάρθηκε από: <https://www.humintech.com/agriculture/blog/humic-acids-in-viticulture>

## 1.4 Διαδικασία οινοποίησης

Η οινοποίηση είναι μία διαδικασία η οποία γίνεται με την σειρά την οποία θέλει να ακολουθήσει ο οινοποιός. Δηλαδή σε ποιο σημείο θα επέμβει και σε τι βαθμό θα το κρίνει.

Στην συνέχεια, εφόσον ολοκληρωθεί η συγκομιδή τα σταφύλια κατευθύνονται στο χώρο εκείνο που γίνεται η οινοποίηση. Εκεί, θα γίνει η διαλογή και ψύξη για να αποφευχθούν ανεπιθύμητες ζυμώσεις σε συνθήκες που δεν είναι ελεγχόμενες. Έπειτα, γίνεται ο απορραγισμός όπου απομακρύνονται τα κοτσάνια, και η σύνθλιψη η οποία γίνεται με κάποια μηχανήματα για να διαρρηχθεί ο φλοιός και έτσι οι χυμοί του σταφυλιού να βγούνε και τα γίγαρτα να μένουν χωρίς να αλλάζει κάτι.

Ακολουθεί η επεξεργασία που γίνεται στον χυμό του σταφυλιού στο πιεστήριο, όπου σε αυτό το στάδιο γίνεται διαχωρισμός των υγρών από τα στερεά συστατικά (μόνο στην λευκή οινοποίηση). Σημαντικό σε αυτή την διαδικασία όπως και στην προηγούμενη που αναφέρθηκε, είναι τα κουκούτσια να μείνουν όπως έχουν.

Στο επόμενο στάδιο, γίνονται κάποιες διορθώσεις οι οποίες έχουν την δυνατότητα να γίνουν πριν την ζύμωση, κατά την διάρκεια της ζύμωσης η ακόμα και μετά. Σε αυτές τις διορθώσεις μπορεί να προστεθούν κάποια φυσικά σάκχαρα στο χυμό του σταφυλιού, έτσι ώστε στην πορεία που θα τελειώσει η διαδικασία της ζύμωσης να αυξηθεί η ποσότητα του αλκοόλ και να διορθωθεί η οξύτητα.

Σχετικά με τις ζυμώσεις οι οποίες είναι πολύ σημαντικές κατά την διαδικασία της οινοποίησης. Μία από αυτές τις βασικές είναι η αλκοολική ζύμωση όπου γίνεται μετατροπή των σακχάρων σε αλκοόλη και διοξείδιο του άνθρακα, μέσω της δράσης

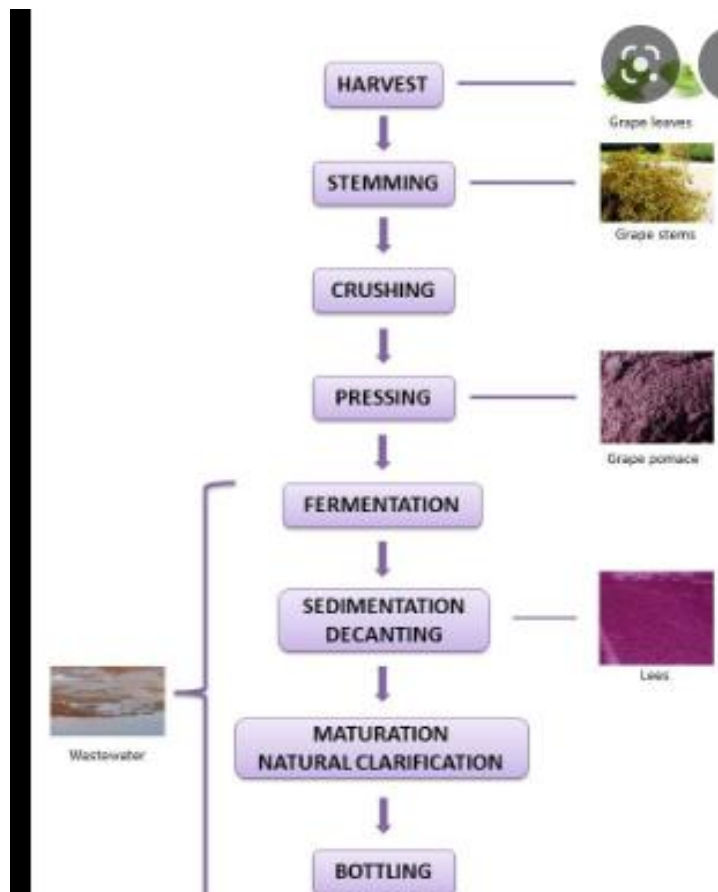
των ζυμομυκήτων. Επίσης, εάν τα σάκχαρα που είναι διαθέσιμα καταναλωθούν ή μειωθούν κάποια από τα θρεπτικά συστατικά που υπάρχουν ώστε να δράσουν οι ζύμες, τότε η ζύμωση διακόπτεται.

Ένα άλλο είδος της ζύμωσης που είναι σημαντικό είναι η μηλογαλακτική. Η συγκεκριμένη ζύμωση γίνεται μέσω των γαλακτικών οξέων. Τα σταφύλια, περιέχουν μηλικό οξύ που είναι ιδιαίτερα όξινο και ο χυμός των σταφυλιών μετατρέπονται σε γαλακτικά οξέα και έτσι μειώνεται η οξύτητα, οι γεύσεις και τα αρώματα.

Κάτι ακόμα το οποίο συμβαίνει είναι το ίζημα που προκύπτει στον οινοποιητή. Το ίζημα, αποτελείται από ζύμες που είναι νεκρές και οινολάσπες που καθιζάνουν σε δύο φάσεις. Υπάρχουν δύο ειδών οινολάσπες. Οι παχιές και οι φίνες. Οι παχιές εμφανίζονται μετά από την ζύμωση ενώ οι φίνες αρκετά αργότερα.

Επίσης, γίνονται οι τεχνικές της διαύγασης όπως είναι η καθίζηση, το κολλάρισμα και το φιλτράρισμα ώστε να υπάρχει ένα αποτέλεσμα που να είναι επιθυμητό. Κάποια κρασιά, πριν από το τέλος της διαδικασίας ωριμάζουν ακόμα περισσότερο από κάποια άλλα σε βαρέλια. Ακόμα, σταθεροποιείται το κρασί ως προς το τρυγικό οξύ, ως προς το οξυγόνο και τους μικροβιολογικούς παράγοντες που είναι από τα πολύ σημαντικά.

Τέλος, γίνεται η εμφιάλωση στο τελευταίο στάδιο και εκεί μπορεί να γίνει επιλογή για το ποιο είδος θα επιλέξουν να έχουν οι συσκευασίες. Δηλαδή αν θα είναι πλαστικό, γυάλινο κτλ. (πηγή 1)



Εικόνα 5: Οινοπoiητική Διαδικασία

Πάρθηκε από: [https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-the-vinification-process-including-the-generated-residues\\_fig1\\_338552423](https://www.researchgate.net/figure/Diagram-of-the-vinification-process-including-the-generated-residues_fig1_338552423)

### 1.4.1 Μέθοδοι οινοποίησης

Όσο αφορά τις μεθόδους της οινοποίησης, υπάρχουν δύο οι οποίες χρησιμοποιούνται πολύ συχνά και είναι οι πιο διαδεδομένες. Αυτές είναι η λευκή οινοποίηση και η ερυθρή οινοποίηση. Και οι δύο μέθοδοι παρουσιάζονται πιο κάτω.

#### Λευκή οινοποίηση

Κατά την διαδικασία της λευκής οινοποίησης, ο χυμός και ο φλοιός δηλαδή η σταφυλομάζα, οδηγούνται στο πιεστήριο για να εξαχθεί ο χυμός. Έπειτα, ο χυμός οδηγείται σε ανοξειδωτή δεξαμενή, και εκεί ψύχεται για λίγο χρονικό διάστημα. Στην συνέχεια, γίνεται η απολάσπη όπου το ψυγμένο γλεύκος διαυγάζεται, μέσω της κατακάθισης σωματιδίων τα οποία βρίσκονται σε αιώρηση. Ανάλογα με το ποσοστό των λασπών που υπάρχουν, διαρκεί 12-14 ώρες.

Επίσης, η λευκή οινοποίηση συνεχίζεται με την αλκοολική ζύμωση όπου είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι, εφόσον ο καθαρός χυμός πλέον μεταφέρεται στην δεξαμενή ζύμωσης. Στο τέλος, όταν τα σάκχαρα μετατρέπονται σε αλκοόλη, το

λευκό κρασί μεταφέρεται στις δεξαμενές αποθήκευσης η ακόμα και σε βαρέλια, και το κρασί εάν περάσει από ωρίμανση εμπλουτίζεται με αρώματα και να δίνει μια πλούσια γεύση.



Εικόνα 6: Λευκή Οινοποίηση

Πάρθηκε από: <http://www.exclusive-wine.com/en/white-wine-vinification/>

### Ερυθρή οινοποίηση

Κατά την διαδικασία της ερυθρής οινοποίησης, ο χυμός και τα στέμφυλα μεταφέρονται σε δεξαμενές έτσι ώστε να μπορεί να ξεκινήσει η διαδικασία της αλκοολικής ζύμωσης. Κατά την διαδικασία, γίνεται απελευθέρωση του διοξειδίου του άνθρακα και δημιουργούνται φυσαλίδες. Έπειτα, οι φλοιοί ανεβαίνουν στην επιφάνεια των δεξαμενών και σχηματίζεται μία μάζα πυκνή. Αυτό γίνεται λόγω των φυσαλίδων που δημιουργούνται.

Επίσης, οι ανθοκυανίνες δηλαδή οι χρωστικές ουσίες που σε αυτές οφείλεται και το κόκκινο χρώμα του κρασιού, επηρεάζουν την γεύση, την δομή και την υφή. Όταν ο χυμός μαζί με τον φλοιό είναι στην κατάλληλη θερμοκρασία δίνουν το αποτέλεσμα που χρειάζεται για τον σωστό χρωματισμό. Έτσι, ο χυμός που λαμβάνεται από τον πυθμένα της δεξαμενής ανακυκλώνεται από την κορυφή της με αποτέλεσμα τα στέμφυλα να διαβρέχονται. Τέλος, η διαδικασία της εκχύλισης διαρκεί από λίγες μέρες μέχρι και αρκετές εβδομάδες για τα ερυθρά, ενώ για τα ροζέ διαρκεί 12-24 ώρες. Όταν ο χυμός έχει την επιθυμητή γεύση και επιθυμητό χρώμα τότε απομακρύνεται από τους φλοιούς και για να ολοκληρωθεί η αλκοολική ζύμωση μεταφέρεται σε άλλον περιέκτη όπως είναι οι δεξαμενές και τα βαρέλια για ωρίμανση.

# Vinification du vin rouge de Bourgogne

**1 Egrappage (Eraflage) Foulage**  
 Séparation des bords de la peau et de la partie centrale. Débarrement des bords et défilage de la partie centrale.  
 Réception pressée dans le cuvier pour la fermentation.

**2 Encuvage**  
 Mise en cuve de la partie centrale, défilage, pressage, etc. Pression de la partie centrale.  
 Débarrement de la partie centrale.

**3 Pigeage Remontage**  
 Le pigeage est une opération qui consiste à remonter le moût dans le cuvier pour le faire en contact avec les pétales...  
 Le pigeage est une opération qui consiste à remonter le moût dans le cuvier pour le faire en contact avec les pétales...  
 Le pigeage est une opération qui consiste à remonter le moût dans le cuvier pour le faire en contact avec les pétales...

**4 Fermentation alcoolique**  
 Transformation des sucres du moût en alcool et en CO<sub>2</sub>.  
 Fermentation alcoolique.  
 Transformation des sucres du moût en alcool et en CO<sub>2</sub>.

**5 Ecoulage Décuvage**  
 Le vin est soutiré par gravité de la cuve dans un fût ou un tonneau.  
 Le vin est soutiré par gravité de la cuve dans un fût ou un tonneau.

**6 Pressurage**  
 Une machine spéciale permet de presser le marc de raisin pour en extraire le jus.  
 Une machine spéciale permet de presser le marc de raisin pour en extraire le jus.

**7 Assemblage Débourage**  
 Substrat alcoolisé, le vin de grappe de la cuve est pressé et centrifugé.  
 Substrat alcoolisé, le vin de grappe de la cuve est pressé et centrifugé.

**8 Fermentation malolactique**  
 Les sucres résiduels du vin sont transformés en lactate et en alcool.  
 Les sucres résiduels du vin sont transformés en lactate et en alcool.

**9 Soutirage Sulfitage**  
 Le vin est soutiré de la cuve dans un fût ou un tonneau.  
 Le vin est soutiré de la cuve dans un fût ou un tonneau.

**10 Elevage**  
 Le vin est soutiré par gravité de la cuve dans un fût ou un tonneau.  
 Le vin est soutiré par gravité de la cuve dans un fût ou un tonneau.

**11 Soutirage Assemblage**  
 Le vin est soutiré par gravité de la cuve dans un fût ou un tonneau.  
 Le vin est soutiré par gravité de la cuve dans un fût ou un tonneau.

**12 Collage**  
 Le vin est soutiré par gravité de la cuve dans un fût ou un tonneau.  
 Le vin est soutiré par gravité de la cuve dans un fût ou un tonneau.

**13 Filtration Mise en bouteilles**  
 Le vin est soutiré par gravité de la cuve dans un fût ou un tonneau.  
 Le vin est soutiré par gravité de la cuve dans un fût ou un tonneau.

**B**  
**BOURGOGNES**  
 Bureau Interprofessionnel  
 des Vins de Bourgogne

Εικόνα 7:Ερυθρή Οινοποίηση

Πάρθηκε από: <https://www.bourgogne-wines.com/shop/red-wine-vinification-poster,2326,9587.html?&args=Y29tcF9pZD0xNjc3ImFjdGlvbj1maWN0ZV9wcm9kdWl0JmktPT5NiZwYWN0ZXJjaG9UMXw%3D>

## Κεφάλαιο 2. Χημεία Κρασιού

### 2.1 Ζύμωση

Ζύμωση στην χημεία είναι η διαδικασία παραγωγής ενέργειας κατά την μετατροπή κάποιων οργανικών ενώσεων όπως είναι οι υδατάνθρακες σε ένα οξύ ή μία αλκοόλη. Συγκεκριμένα, η ζύμωση αναφέρεται σε μία κατηγορία μυκήτων, τους ζυμομύκητες, για την μετατροπή ενός σακχάρου σε αλκοόλη ή για την παραγωγή γαλακτικού οξέος σε τρόφιμα μέσω κάποιων βακτηρίων.

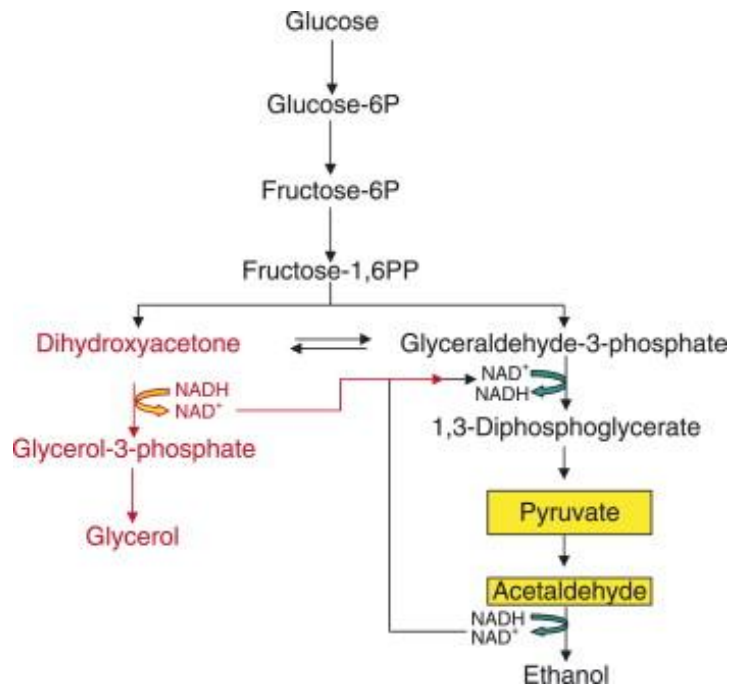
### 2.2 Αλκοολική Ζύμωση

Η αλκοολική ζύμωση είναι η διαδικασία μετατροπής του φρέσκου χυμού των σταφυλιών σε κρασί και είναι το πιο σημαντικό σημείο στην οινοποίηση. Η αλκοολική ζύμωση προκαλείται από τις ζύμες και συγκεκριμένα τους ζυμομύκητες, μονοκύτταρους οργανισμούς, οι οποίοι βρίσκονται στον φλοιό του σταφυλιού και έχουν περάσει στο χυμό. Επίσης, μετατρέπουν τα σάκχαρα του χυμού των σταφυλιών σε αλκοόλη. Κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης η θερμοκρασία του χυμού αυξάνεται, λόγω της ενέργειας που ελκύουν οι ζύμες. Έτσι, οι δεξαμενές ζύμωσης ψύχονται με κρύο νερό ώστε να υπάρχει διατήρηση της θερμοκρασίας. Ακόμα, η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα κάτω από αναερόβιες συνθήκες και τα κύρια της προϊόντα είναι η αιθανόλη και το διοξείδιο του άνθρακα.

Η διαδικασία της αλκοολικής ζύμωσης όπως και η διαδικασία της αναπνοής στους ζυμομύκητες αρχίζουν με την αποικοδόμηση της γλυκόζης προς το πυροσταφυλικό οξύ και ταυτόχρονα παράγεται ATP. Το στάδιο αυτό ονομάζεται στάδιο της γλυκόλυσης. Η γλυκόλυση, ακολουθεί μία πορεία όπου υπάρχουν εννέα αντιδράσεις, μέχρι να παραχθούν δύο μόρια πυροσταφυλικού οξέος από ένα μόριο γλυκόζης. Ταυτόχρονα, παράγονται δύο μόρια ATP και γίνεται αναγωγή του συνεζύμου NAD σε NADH+.

Έπειτα, το πυροσταφυλικό οξειδώνεται προς ακεταλδεύδη μέσω του ενζύμου πυροσταφυλικής αποκαρβοξυλάσης.





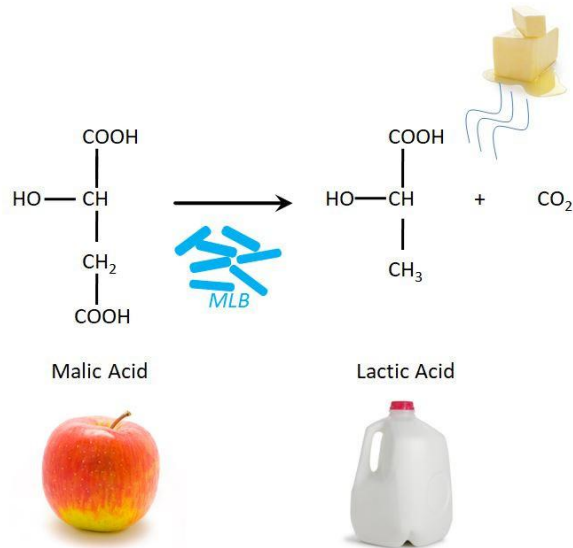
Εικόνα 8: Αλκοολική Ζύμωση

Πάρθηκε από: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/alcoholic-fermentation>

## 2.3 Μηλογαλακτική Ζύμωση

Μηλογαλακτική ζύμωση, είναι η μετατροπή του L-μηλικού οξέος προς L-γαλακτικό οξύ και διοξείδιο του άνθρακα μέσω κάποιων μικροοργανισμών. Μέσω της μηλογαλακτικής ζύμωσης μειώνεται η ολική οξύτητα των κρασιών, εφόσον ένα δικαρβονικό οξύ δηλαδή μηλικό μετατρέπεται σε μονοκαρβονικό οξύ, δηλαδή γαλακτικό. Από την μηλογαλακτική ζύμωση παράγεται L- γαλακτικό οξύ. Επίσης, το D- γαλακτικό οξύ παράγεται από την γλυκόζη.

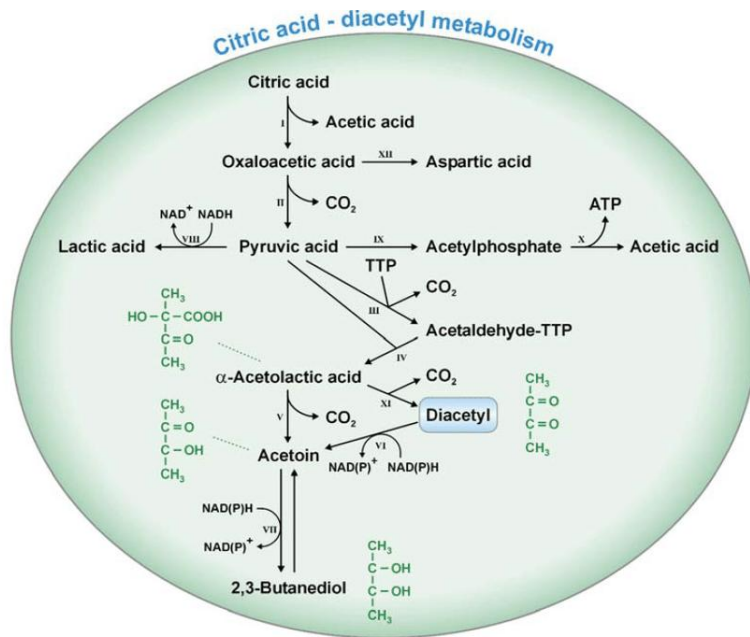




Εικόνα 9: Μηλογαλακτική Ζύμωση Πάρθηκε από:  
[https://www.smartwinemaking.com/post/malolactic\\_fermentation](https://www.smartwinemaking.com/post/malolactic_fermentation)

Ακόμα, όσο αφορά τα γαλακτικά βακτήρια που προκαλούν την μηλογαλακτική ζύμωση είναι βάκιλοι και κόκκοι των γενών *Leuconostoc*, *Pediococcus* και *Lactobacillus*.

Σημαντικό, είναι να αναφερθούμε στην σημασία της μηλογαλακτικής ζύμωσης. Με την ζύμωση αυτή, μειώνεται η οξύτητα στα κρασιά που έχουν αυξημένη οξύτητα, σταθεροποιούνται τα κρασιά μετά την εμφιάλωση από βακτηριολογική προσβολή και βελτιώνεται το άρωμα στα κρασιά.



Εικόνα 10: Κιτρικό Οξύ

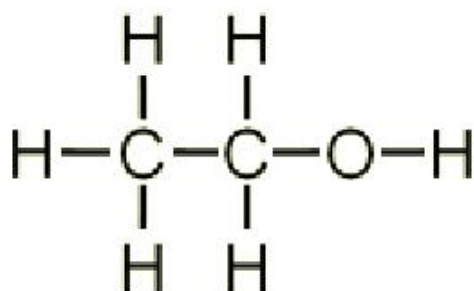
Πάρθηκε από: [https://www.researchgate.net/figure/An-overview-of-the-malolactic-fermentation-Swiegers-et-al-2005\\_fig5\\_325312810](https://www.researchgate.net/figure/An-overview-of-the-malolactic-fermentation-Swiegers-et-al-2005_fig5_325312810)

## 2.4 Χημική σύσταση κρασιού

Το κρασί, αποτελείται από πολλές χημικές ενώσεις αλλά δύο από τις σημαντικότερες που βρίσκονται σε μεγάλα ποσοστά είναι η αιθανόλη και το νερό. Παρακάτω αναλύονται οι χημικές ενώσεις που περιέχονται στο κρασί.

### Αλκοόλη

Η αλκοόλη και συγκεκριμένα η αιθανόλη, είναι η πιο σημαντική αλκοόλη του κρασιού και χρησιμοποιείται όπως έχουμε αναφερθεί και προγενέστερα στην αλκοολική ζύμωση. Επίσης, η αλκοόλη χρησιμοποιείται για την σταθεροποίηση του κρασιού, για την παλαίωση του και για οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Έχει την ιδιότητα να σχηματίζει δεσμούς υδρογόνου με αποτέλεσμα να είναι καλός αφυδατικός παράγοντας. Ακόμα, κάτι που είναι σημαντικό και πρέπει να αναφερθεί είναι πως η αιθανόλη έχει απολυμαντικό χαρακτήρα και έτσι το κρασί μπορεί να διατηρείται για μεγάλα χρονικά διαστήματα αν συνδυαστεί μαζί με την οξύτητα που έχει. Επίσης, έχει επίδραση στη μεταβολική δραστηριότητα των ζυμών και έτσι καθορίζει τις αρωματικές ενώσεις που παράγονται. Τέλος, η αιθανόλη βοηθά την διάλυση πτητικών ενώσεων οι οποίες παράγονται κατά την ζύμωση και κατά την παλαίωση σε βαρέλια.

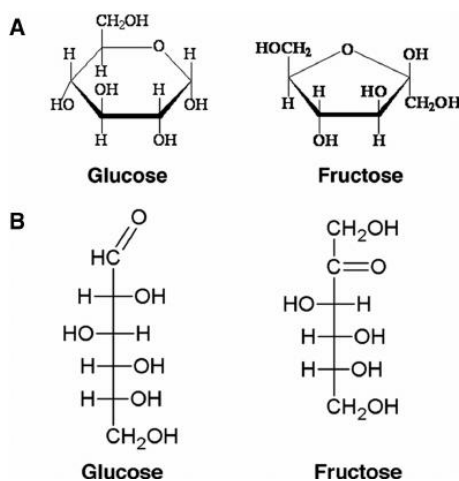


Εικόνα 11: Αιθανόλη

Πάρθηκε από: [https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-ethanol\\_fig2\\_255983237](https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structure-of-ethanol_fig2_255983237)

### Σάκχαρα

Κάποια από τα βασικά σάκχαρα που υπάρχουν στο σταφύλι είναι η γλυκόζη και η φρουκτόζη, γιατί τα υπόλοιπα σάκχαρα βρίσκονται σε πολύ μικρές ποσότητες. Τα ζυμώσιμα σάκχαρα εκτός από την αλκοόλη που γίνεται κατά την διαδικασία της αλκοολικής ζύμωσης, μπορούν να δώσουν παραπροϊόντα υψηλότερες αλκοόλες, εστέρες λιπαρών οξέων και αλδεΐδες. Τα σάκχαρα που δεν ζυμώνονται τα οποία λέγονται υπολειπόμενα σάκχαρα, και αποτελούνται από πεντόζες και μικρή ποσότητα από αζύμωτη γλυκόζη και φρουκτόζη.

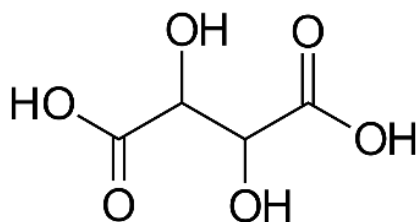


Εικόνα 12: Γλυκόζη και Φρουκτόζη

Πάρθηκε από: [https://www.researchgate.net/figure/Glucose-versus-fructose-chemical-structure-A-The-hemiacetal-group-of-glucose-is\\_fig1\\_276208583](https://www.researchgate.net/figure/Glucose-versus-fructose-chemical-structure-A-The-hemiacetal-group-of-glucose-is_fig1_276208583)

## Οργανικά οξέα

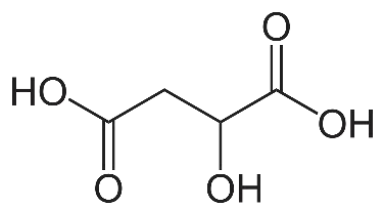
Τα οργανικά οξέα, παίζουν ρόλο στην μικροβιακή σταθερότητα του κρασιού, ενώ συνεισφέρουν στην σύσταση, την σταθερότητα και στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των κρασιών. Συγκεκριμένα, ένα από τα οξέα που χρησιμοποιούνται στα σταφύλια και στο γλεύκος είναι το τρυγικό οξύ το οποίο προσδίδει την χαρακτηριστική οξύτητα. Η ολική οξύτητα των οίνων εκφραζόμενη σε τρυγικό οξύ είναι γύρο στο 0,4-1,0%. Επίσης, στο χυμό των σταφυλιών βρίσκεται σε αρκετά μεγάλες συγκεντρώσεις και μειώνονται κατά την διαδικασία της ωρίμανσης τους.



Εικόνα 13: Τρυγικό Οξύ

Πάρθηκε από: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tartaric\\_acid](https://en.wikipedia.org/wiki/Tartaric_acid)

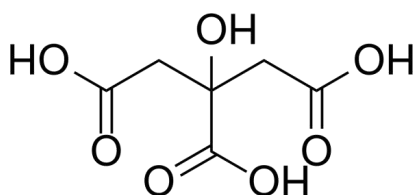
Ένα άλλο ακόμα οξύ που είναι πολύ βασικό στα σταφύλια είναι το μηλικό. Όσο αφορά την συγκέντρωση του στα ανώριμα σταφύλια είναι αρκετά υψηλή δηλαδή 25 g/l, και σταδιακά μειώνεται. Προσδίδει μία ξινή γεύση και συνεισφέρει στην ολική οξύτητα του σταφυλιού.



Εικόνα 14:Μηλικό Οξύ

Πάρθηκε από: [https://en.wikipedia.org/wiki/Malic\\_acid](https://en.wikipedia.org/wiki/Malic_acid)

Ακόμα, εκτός από αυτά τα οξέα που αναφέρθηκαν υπάρχουν και άλλα που υπάρχουν σε μικρότερες ποσότητες. Αυτά είναι το κιτρικό οξύ και το ασκορβικό οξύ. Το γλεύκος περιέχει και ουρονικά οξέα και φαινολικά οξέα τα οποία εστεροποιούνται με παράγωγα τρυγικού οξέος. Τα πιο πολλά οργανικά οξέα του κρασιού και του γλεύκους αποτελούνται από πολύ λειτουργικά μόρια και αρκετά είναι υδροξυ-οξέα. Αυτές οι δύο λειτουργικές ομάδες δίνουν στα οξέα υδρόφιλα και πολικά χαρακτηριστικά. Έτσι, είναι διαλυτά στο νερό αλλά και σε αλκοολικά διαλύματα που είναι το κρασί.



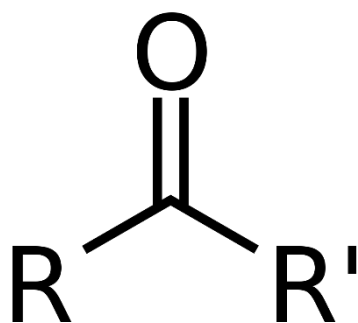
Εικόνα 15:Κιτρικό Οξύ

Πάρθηκε από: [https://www.medchemexpress.com/Citric\\_acid.html](https://www.medchemexpress.com/Citric_acid.html)

### Άλλες κατηγορίες χημικών ενώσεων

Εκτός από τα παραπάνω που αναφέρθηκαν προηγουμένως υπάρχουν και άλλες κατηγορίες χημικών ενώσεων που υπάρχουν στο κρασί αλλά σε πολύ μικρότερες ποσότητες. Κάποιες από αυτές τις χημικές ουσίες είναι οι κετόνες, οι εστέρες, οι αζωτούχες ενώσεις, οι τερπενικές ενώσεις και οι ηκτηνικές.

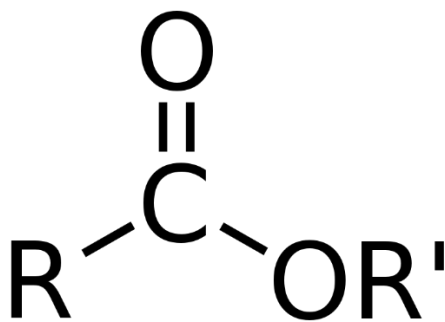
Συγκεκριμένα, όσο αφορά τις κετόνες είναι μία κατηγορία οργανικών ενώσεων που περιέχουν την χαρακτηριστική ομάδα του καρβονυλίου στην αλυσίδα τους. Στο κρασί οι κετόνες δίνουν έντονα αρώματα λουλουδιών και τριαντάφυλλου.



Εικόνα 16:Κετόνες

Πάρθηκε από: <https://en.wikipedia.org/wiki/Ketone>

Οι εστέρες μπορούν να σχηματιστούν είτε μέσω χημικής εστεροποίησης είτε μέσω ενζυμικής. Μέσω ενζυμικής συμβαίνει κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης και μέσω χημικής κατά την διάρκεια της παλαίωσης. Έτσι, τα παλαιωμένα κρασιά περιέχουν περισσότερους εστέρες σε σχέση με τα νέα κρασιά λόγω της περιεκτικότητας σε εστέρες που αυξάνεται κατά την διαδικασία της παλαίωσης. Ακόμα, υπάρχει ο οξικός εστέρας, και οι αιθυλεστέρες των λιπαρών οξέων. Επίσης, υπάρχουν παράγοντες οι οποίοι παίζουν ρόλο στον σχηματισμό των εστέρων κατά την διάρκεια της αλκοολικής ζύμωσης. Κάποιοι από αυτούς τους παράγοντες είναι το γένος των ζυμών, το είδος ζυμών, το pH, η θερμοκρασία που γίνεται η ζύμωση, η οινοποίηση και τέλος ο αερισμός.



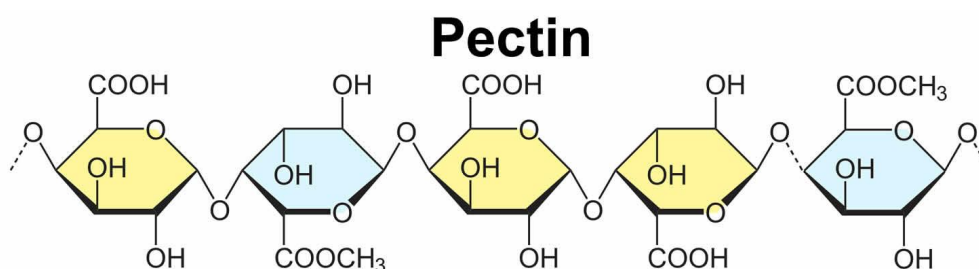
Εικόνα 17:Εστέρες

Πάρθηκε από: <https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%89ster>

Οι αζωτούχες ενώσεις, οι οποίες υπάρχουν στο κρασί οι πιο πολλές είναι οργανικές ενώσεις. Κάποιες από τις αζωτούχες ενώσεις είναι πρωτεΐνες, αμινοξέα, πεπτίδια και αμίδια. Επίσης, οι πρωτεΐνες έχουν χαρακτήρα κολλοειδή, με αποτέλεσμα να προκαλείται θόλωμα στο κρασί και στο τέλος να σχηματίζεται ίζημα με την παρουσία ταννινών και την επίδραση της θερμότητας. Όσο αφορά τα αμινοξέα,

αυτά λειτουργούν ως θρεπτικά συστατικά στις ζύμες και συγκεκριμένα στην αλκοολική ζύμωση και την μηλογαλακτική ζύμωση.

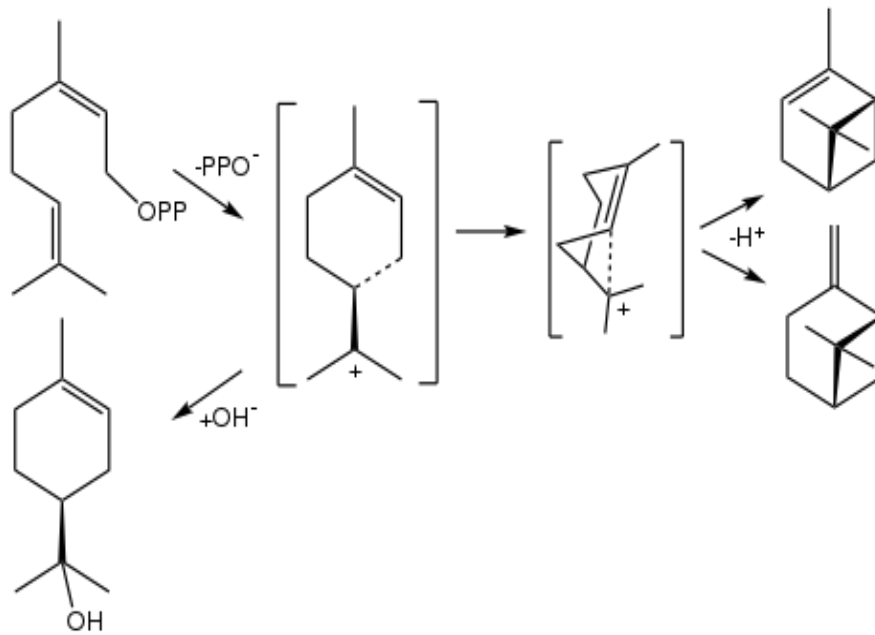
Οι πηκτινικές ουσίες, και αυτές περιέχονται στο κρασί και συγκεκριμένα οι πηκτίνες και οι οζάνες που ανήκουν στην κατηγορία των κόμμεων. Είναι πολυμερή οξέων, διακλαδισμένων αλυσίδων και έχουν προστατευτικό ρόλο όπου εμποδίζουν την διάλυση, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται τα πηκτινολυτικά ένζυμα για την αποικοδόμησή τους.



Εικόνα 18 : Πηκτίνη

Πάρθηκε από: <https://healthjade.net/pectin/>

Οι τερπενικές ενώσεις, και αυτές περιέχονται στο κρασί και είναι μία κατηγορία οργανικών ενώσεων και συγκεκριμένα αρωματικές ενώσεις που αποτελούνται από δέκα άτομα άνθρακα. Οι τερπενικές ενώσεις δίνουν έντονα αρώματα στα κρασιά. Κάποιες τερπενικές ουσίες είναι η γερανιόλη και η α-τερπινεόλη. Τέλος, εκτός από αυτές τις ενώσεις υπάρχουν βιταμίνες, ένζυμα και ανόργανες ενώσεις. (πηγές 2,3,4)



Εικόνα 19 : Τερπένια

Πάρθηκε από: <https://en.wikipedia.org/wiki/Terpene>

## 2.5 Χρώμα Κρασιών

### Λευκά Κρασιά

Όσο αφορά το χρώμα των λευκών κρασιών και συγκεκριμένα των ξηρών κρασιών, περιέχουν φαινολικά συστατικά περίπου που ξεκινάνε από τα 50 mg/l. Επίσης, τα κρασιά και τα λευκά γλεύκη περιέχουν φλαβονόλες, κατεχίνες βενζοϊκά οξέα και σύμπλοκα πρωτεϊνών.

Το χρώμα που έχουν τα λευκά κρασιά έχει να κάνει με την οξείδωση των φαινολικών συστατικών. Όταν συμβαίνει χημική οξείδωση στις κατεχίνες, έχουν μέγιστη απορρόφηση στα 400 nm και το χρώμα είναι αρκετά κίτρινο. Τα πηκτινολυτικά ένζυμα, κατά την διαδικασία της οινοποίησης κάνουν την υδρόλυση του καφταρικού οξέος πιο έντονη. Επίσης, στη συνέχεια εφόσον γίνει η έκθλιψη των σταφυλιών, γίνεται οξείδωση του καφταρικού οξέος μέσω της πολυφαινολοξειδάσης. Ακόμα, μπορεί να γίνει αντίδραση μέσω του τριπεπτιδίου της γλουταθειόνης και να σχηματιστούν σύμπλοκα που να είναι άχρωμα, να ενωθούν με άλλα συστατικά και να γίνει η καθίζηση.

Επιπλέον, η κύρια φαινολική ουσία που υπάρχει στα λευκά κρασιά είναι η τυροσόλη, η οποία παράγεται από το αμινοξύ τυροσίνη και οι συγκεντρώσεις του ξεκινάνε από τα 6 mg/l. Όσο αφορά τις φλαβονόλες που βρίσκονται στα λευκά

κρασιά οι ποιο πολλές είναι κατεχίνες. Η οξείδωση των κρασιών και το καφέ χρώμα τους συμβαίνει λόγω των φλαβονολών που σχηματίζονται ξανθιλοκατιόντα από τις κατεχίνες. Ακόμα, οι ταννίνες έχουν χρώμα κίτρινο και εξαρτάται από τις οξειδώσεις.

## Κόκκινα κρασιά

Όσο αφορά το χρώμα στα κόκκινα κρασιά, προέρχεται από τις ανθοκυάνες. Η συγκέντρωση στα κρασιά μειώνεται τους πρώτους μήνες επειδή οι ανθοκυάνες δεν είναι σταθερές. Αυτό οφείλεται σε αντιδράσεις που συμβαίνουν με συστατικά του κρασιού, σε αλλαγές στη δομή και σε αντιδράσεις διάσπασης. Ακόμα, οι ανθοκυάνες εξαρτώνται από αρκετούς παράγοντες όπως είναι η συγκέντρωση διαφόρων συστατικών του κρασιού, το pH, η οξείδωση, και η θερμοκρασία.

Επιπλέον, όσο αφορά την σταθερότητα μπορεί να γίνει μέσω συμπλόκων έγχρωμων όπως είναι για παράδειγμα ο πολυμερισμός των ανθοκυανών. Έγχρωμες ενώσεις είναι επίσης οι ενώσεις του πολυμερισμού και της οξείδωσης των φλαφονοειδών και προέρχονται από το σταφύλι.



Εικόνα 20 : Λευκό και Κόκκινο Κρασί

Πάρθηκε από: <https://winefolly.com/tips/red-wine-vs-white-wine-the-real-differences/>

## Ανθοκυάνες



Οι ανθοκυάνες είναι ενώσεις οι οποίες βρίσκονται στα σταφύλια όπου ανάμεσα τους υπάρχουν γλυκοζιδικοί δεσμοί. Μέσω του γλυκοζιδικού δεσμού αυξάνεται η διαλυτότητα και η σταθερότητα των ανθοκυανών. Υπάρχουν διάφορες μορφές αλλά οι πιο πολλές είναι άχρωμες. Όπως έχει αναφερθεί και προγενέστερα το χρώμα το οποίο έχουν δηλαδή το κόκκινο χρώμα οφείλεται στις ανθοκυάνες οι οποίες είναι με την μορφή φλαβυλίου. Όταν το pH είναι χαμηλό, τότε αυξάνεται η συγκέντρωση του φλαβυλίου και έτσι γίνεται έντονο το κόκκινο χρώμα. Αντιθέτως όταν το pH αυξάνεται, τότε μειώνεται η πυκνότητα που έχει το χρώμα. ( πηγές 5, 6, 7, 8, 9)

#### Διάσπαση των ανθοκυανών

Στις ανθοκυάνες συμβαίνουν οι αντιδράσεις διάσπασης και δημιουργούνται κάποιες άλλες ενώσεις όπως είναι για παράδειγμα τα φαινολικά οξέα, οι κουμαρίνες, οι μαλβόνες και ακόμα οι χαλκόνες. Επίσης, υπάρχουν τρεις κατηγορίες σε αυτές τις αντιδράσεις και αυτές είναι.

- Η θερμική υποβάθμιση
- Η οξειδωτική υποβάθμιση
- Η υποβάθμιση από τις κετόνες

Όσο αφορά την θερμική υποβάθμιση, με την θέρμανση στους 100 C μειώνεται η ένταση που έχει το χρώμα και αυτό συμβαίνει λόγω της μετατόπισης της ισορροπίας προς χαλκόνη. Ακόμα, με την θέρμανση σχηματίζεται βενζοϊκό οξύ γιατί σπάει η ανθρακική αλυσίδα της χαλκόνης. Ακολουθεί η υδρόλυση, ο σχηματισμός διυδροφλαβονόλης και παραγωγή κιναιμωμικού οξέος.

Όσο αφορά την οξειδωτική υποβάθμιση, σε αυτή εδώ την κατηγορία οι ανθοκυάνες όταν εκτίθενται στο φως μέρες και όταν το περιβάλλον είναι όξινο χάνουν το χρώμα τους. Η συγκέντρωση της αλκοόλης επηρεάζει την αντίδραση ενώ το φως και το οξυγόνο είναι οι καταλύτες.

Όσο αφορά την υποβάθμιση από τις κετόνες, οι ανθοκυάνες σε διαλύματα που περιέχουν ακετόνη παράγουν προϊόντα τα οποία έχουν πορτοκαλί χρώμα. ( πηγές 10, 11)

#### Οι ανθοκυάνες και τα συστατικά του κρασιού

Το χρώμα των κόκκινων κρασιών οφείλεται σε αρκετές διαδικασίες όπως είναι για παράδειγμα ο σχηματισμός έγχρωμων συμπλόκων, τα προϊόντα της συμπύκνωσης και η αυτό συνένωση των ανθοκυανών εφόσον γίνει η αλκοολική ζύμωση. Στη συνέχεια, γίνεται πολυμερισμός των ανθοκυανών με φλαβονοειδή η και ακόμη με μη φλαβονοειδή. Οι χρωστικές που πολυμερίζονται δίνουν το χρώμα όπως είναι για παράδειγμα το κόκκινο και το ερυθροκίτρινο.

## Ανθοκυάνες και φλαβονόλες

Όσο αφορά τις ανθοκυάνες και τον πολυμερισμό τους, γίνεται πολυμερισμός και μετά από την ζύμωση με τα φλαβονοειδή ή ακόμα και με μη φλαβονοειδή. Όταν γίνει η παλαιώση του κρασιού μειώνονται οι ανθοκυάνες και αυξάνονται τα πολυμερισμένα σύμπλοκα. Έτσι αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μεταβάλλεται το χρώμα των ανθοκυανών. Όσο αφορά τον πολυμερισμό, αυτός δεν σταματάει αλλά συνεχίζει πιο αργά μέχρι να φτάσει το μέγιστο. Κάποια από τα χρώματα που μπορούν να προκύψουν από τις χρωστικές ουσίες είναι το κόκκινο, το πορτοκαλί και το κίτρινο. Όμως, σιγά σιγά αλλάζει και γίνεται κεραμιδί το χρώμα λόγω των χρωμάτων που έχουν τα πολυμερή.

Επίσης, υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες που υπάρχουν όσο αφορά τα φλαβονοειδή και το περιεχόμενό τους, και έτσι αλλάζει στα κρασιά η σταθερότητα που έχει το χρώμα. Αυτό που γίνεται μπορεί να προκύψει λόγω των ανθοκυανών, στις οποίες συμβαίνει υποβάθμιση, και λόγω της αποδόμησης από τα πολυμερή των ανθοκυανών και των ταννινών. Ως αποτέλεσμα αυτού που συμβαίνει να αλλάζει το χρώμα και να σχηματίζονται έγχρωμα πολυμερή.

Τέλος, η καθίζηση των έγχρωμων αυτών πολυμερών θα πρέπει να γίνει όταν ενωθούν με υπολείμματα από διαλυτές πρωτεΐνες του κρασιού, επειδή οι ανθοκυάνες συνδέονται πιο πολύ με δεσμούς του C4 και του C8, και τα φλαβονοειδή από τις ταννίνες και τα πολυμερή των ανθοκυανών και των ταννινών είναι μικρότερα σε αντίθεση με αυτά των ταννινών.

Επιπλέον, οι ανθοκυάνες και συγκεκριμένα τα συστατικά τους προσφέρουν αρκετά όσο αφορά τον χρωματισμό των κρασιών. Αυτά τα συστατικά των ανθοκυανών είναι οι κατεχίνες και οι προκυανιδίνες, όπου γίνεται πολυμερισμός μέσω των ανθοκυανών και ανθοκυανιδινών. Ως αποτέλεσμα αυτού παράγονται προϊόντα από ανθοκυάνες και από ταννίνες. Κάτι ακόμα το οποίο γίνεται από τα συστατικά των ανθοκυανών είναι η ένωση η οποία μπορεί να συμβεί μεταξύ τους. Έτσι, με αυτό που συμβαίνει έχουμε ως αποτέλεσμα να σχηματίζονται συμπυκνωμένες ταννίνες οι οποίες είναι αρκετά μεγάλες.

Επίσης, επειδή οι ανθοκυάνες που είναι ελεύθερες είναι αρκετά ευαίσθητες, όταν συμβαίνει υποβάθμιση χρειάζεται να γίνει πολυμερισμός μέσω κατεχινών και προκυανιδινών και ταυτόχρονα να γίνεται αρκετά γρήγορα αυτή η διαδικασία ώστε να υπάρχει προστασία των ανθοκυανών από πιθανές οξειδώσεις που μπορεί να συμβούν. Ακόμα, όσοι παράγοντες που επηρεάζουν τον πολυμερισμό των ανθοκυανών και των φλαβονοειδών αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί μη αναστρέψιμη οξείδωση στις ανθοκυάνες. Κάποιος παράγοντας που επηρεάζει τον πολυμερισμό είναι ο θειώδης ανυδρίτης όπου σχηματίζει ενώσεις με τις ανθοκυάνες. Έτσι, ως αποτέλεσμα αυτού επηρεάζεται να γίνει ο πολυμερισμός λόγω της προσθήκης η οποία συμβαίνει στον άνθρακα που συνδέει τις ανθοκυάνες με τα φλαβονοειδή.

Ακόμα, όσο αφορά τα σύμπλοκα που προκύπτουν από πολυμερισμό των ανθοκυανών και των ταννινών είναι αρκετά σταθερά και κρατάει αρκετά το χρώμα των ανθοκυανών που είναι κόκκινο. Όσο αφορά την μορφή τους που έχουν τα σύμπλοκα τα πιο πολλά είναι

έγχρωμα, και τα οποία συνδέονται με τις ταννίνες. Ακόμα, κάτι πολύ σημαντικό στα κρασιά είναι ο πολυμερισμός που συμβαίνει ο οποίος παίζει ρόλο στην γεύση των κρασιών. Συγκεκριμένα, αυτό που κάνει ο πολυμερισμός είναι να αυξάνει την διαλυτότητα των φλαβονοειδών πολυμερών τα οποία είναι οι ταννίνες στην περίπτωση αυτή. Επιπλέον, ο πολυμερισμός μειώνει την καθίζηση που συμβαίνει στις ταννίνες. Τέλος, όσο αφορά τις μη φλαβονοειδείς ταννίνες στις οποίες γίνεται εκχύλιση μέσω των βαρελιών δεν παίζουν ρόλο στις αντιδράσεις πολυμερισμού που συμβαίνουν με τις ανθοκυάνες αλλά κάνουν τα χρώματα να είναι πιο σταθερά με αποτέλεσμα να υπάρχει προστασία από την οξείδωση στις φλαβονόλες και στις ανθοκυάνες.

### Πυρανοανθοκυάνες

Οι πυρανοανθοκυάνες προκύπτουν από αντιδράσεις που γίνονται μέσω της μαλβιδίνης και μέσω των παραπροϊόντων που έχουν οι ζύμες, όπως είναι για παράδειγμα οι βινυλοφαινόλες. Επίσης, σχηματίζεται δακτύλιος πυρανίου στον C1 και στον C5. Όσο αφορά την σταθερότητα, είναι αρκετά σταθερά και αντέχουν πολύ στον θειώδη ανυδρίτη ο οποίος αποχρωματίζεται, ενώ σταθεροποιούν το χρώμα. Τα χρώματα των περισσότερων είναι κίτρινο και πορτοκαλί. Οι ανθοκυάνες είναι μονομερείς είναι οι βιτισίνες οι οποίες βρίσκονται στα κρασιά που είναι παλαιωμένα. Ο σχηματισμός τους συμβαίνει κατά την ζύμωση και μπορούν να σχηματίσουν πολυμερή με τις ταννίνες.

Ακόμα, μέσω των ανθοκυανών και μέσω του κινναμικού οξέος γίνεται σχηματισμός των πινοτίνων και μπορούν να υπάρχουν και μετά από τη ζύμωση. Τέλος υπάρχουν και οι πορτισίνες όπου αυτές προέρχονται και πάλι από τις ανθοκυάνες σε συνδυασμό με το πυροσταφυλικό οξύ και τις φλαβονόλες όπου υπάρχει η αλδεΐδη, ενώ σχηματίζονται γιατί λόγω των προϊόντων από την αντίδραση συμβαίνει οξείδωση και κυκλοποίηση.

### Προϊόντα ξανθυλίου

Τα προϊόντα ξανθυλίου προκύπτουν από τις ανθοκυάνες και τις φλαβονόλες οι οποίες ενώνονται με το γλυοξυλικό οξύ και έτσι με αυτό τον τρόπο παράγεται το ξανθύλιο. Επίσης, όσο αφορά το γλυοξυλικό οξύ προκύπτει από την οξείδωση του τρυγικού οξέος όπου υπάρχουν ιόντα μετάλλων. Επιπλέον, το ξανθύλιο μπορεί να σχηματίσει και δομές από τις ταννίνες όταν ενωθεί με τις φλαβονόλες. Κάτι ακόμα το οποίο μπορεί να κάνει το γλυοξυλικό οξύ είναι η συμπύκνωση που μπορεί να κάνει με τις ανθοκυάνες και τέλος να σχηματιστούν χρωστικές. (πηγές 12, 13, 14)

## Χρώμα και εξέλιξη

Όσο αφορά το χρώμα τους, και συγκεκριμένα τα παλαιωμένα κρασιά δεν έχουν ελεύθερες ανθοκυάνες όπως έχουν τα κόκκινα κρασιά που είναι φρέσκα, αλλά είναι πολυμερισμένες. Ένα κομμάτι τους γίνεται με αποδόμηση και άλλο ενώνεται με τις ταννίνες. Όσο αφορά την σταθερότητα του χρώματος, αυτή οφείλεται στις ανθοκυάνες και στις ταννίνες που σχηματίζονται πολυμερή.

Με βάση τον πολυμερισμό που συμβαίνει μπορεί να υπολογιστεί και η χημική ηλικία που έχει το κρασί. Κάποια κρασιά πολυμερίζονται υψηλά και έτσι το κρασί δεν έχει οργανοληπτικό χαρακτήρα. Τα φρέσκα κρασιά θα πρέπει να αποθηκευτούν σε συνθήκες όπου υπάρχουν ανθοκυάνες και ταννίνες. Έτσι θα πρέπει όσο αφορά την παλαίωση τους, θα πρέπει να γίνεται σε βαρέλι όπου η θερμοκρασία θα είναι χαμηλή και χωρίς να υπάρχει ηλιακό φως.

Επίσης, όταν το φρέσκο κρασί δεν έχει ανθοκυάνες ενωμένες με ταννίνες το χρώμα που δημιουργείται είναι καστανοκίτρινο λόγω των ανθοκυανών που είναι ελεύθερες. Όσο αφορά την προ ζυμωτική εκχύλιση, όταν δεν υπάρχει προστασία στο γλεύκος λόγω των ενζύμων που υπάρχουν μπορεί να προκύψει κάποιος αποχρωματισμός. Έχει αναγωγικό περιβάλλον και έτσι δεν μπορούν να γίνουν οξειδώσεις αλλά γίνονται αντιδράσεις που θα σχηματιστούν πορτοκαλόχρωμες ενώσεις.

Όσο αφορά την μεταζυμωτική εκχύλιση, γίνεται ο μηχανισμός άμεσης αντίδρασης και σχηματίζονται άχρωμα ή κόκκινα προϊόντα. Ακόμα, οι σταθερές δομές ταννινών και ανθοκυανών μετατρέπονται σε πορτοκαλί ενώσεις και δημιουργούνται πολικοί διπλοί δεσμοί με ανθοκυάνες και σχηματίζονται σύμπλοκα. Το πόσο γρήγορα θα γίνουν αυτά εξαρτώνται από τα φαινολικά συστατικά που περιέχουν τα κρασιά, από τις φαινολικές δομές και την προέλευση των ταννινών.

Επίσης, παρεμποδίζει να δημιουργηθούν αναγωγικές οσμές η διαδικασία της μικρό οξυγόνωσης και βελτιώνεται το άρωμα. Από την άλλη, όταν παραμείνουν τα κρασιά σε βαρέλια συμβαίνουν αρκετές αλλαγές στο χρώμα του κρασιού. Όταν γίνει η παλαίωση όπου δεν υπάρχει οξυγόνο, το χρώμα γίνεται σε πορτοκαλί και αυτό εξαρτάται και πάλι από τα φαινολικά συστατικά.

Στην περίοδο όπου γίνεται η παλαίωση γίνονται διάφορες αντιδράσεις μέχρι να ολοκληρωθεί το κρασί. Με τις αντιδράσεις αυτές συμβαίνει πολυμερισμός στις ανθοκυάνες και στις ταννίνες. Κάτι ακόμα που μπορεί να γίνει, είναι ο σχηματισμός των μικκυλίων. Όσο αφορά το φρέσκο κρασί, εφόσον γίνει η μηλογαλακτική ζύμωση και εάν το κρασί είναι στο ψυγείο τότε θα γίνει θολό με σχηματισμό του ιζήματος. Αυτό το ίζημα είναι ζελατινώδες και κόκκινο και μοιάζει με αυτά τα υπολείμματα που υπάρχουν στα βαρέλια, ενώ η σύνθεση του είναι αρκετά σταθερή. Αυτή η μεταβολή που γίνεται στο κρασί κατά την διαδικασία της παλαίωσης, στο τέλος σχηματίζεται αυτή η ουσία. (πηγές 15, 16, 17, 18 )

Επιπλέον, εάν στα σταφύλια έχει γίνει σήψη σε υψηλές θερμοκρασίες έχουν πάθει υπερθέρμανση όταν γίνεται η ζύμωση τότε τα κρασιά έχουν αρκετές κolloειδείς χρωστικές.

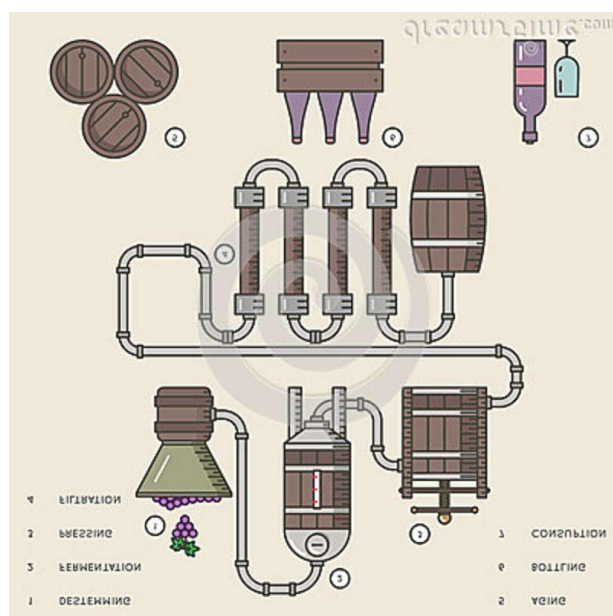
#### Μέτρηση του χρώματος

Το χρώμα στα κόκκινα κρασιά μετράτε μέσω της απορρόφησης με μέγιστη απορρόφηση στα 520 nm και το ελάχιστο στα 420. Το ότι φτάνει τα 520 nm η απορρόφηση, αυτό οφείλεται στο χρώμα που έχουν οι ελεύθερες ανθοκυάνες οι οποίες έχουν την μορφή φλαβυλίου. Όσο περνάει ο χρόνος, γίνεται καθίζηση των ανθοκυανών η ακόμα σχηματίζονται σύμπλοκα μέσω των ταννινών και το χρώμα που έχουν είναι καστανέρυθρό. Η απορρόφηση που συμβαίνει στα 420 nm προέρχεται από τις ταννίνες.

# Κεφάλαιο 3. Υποπροϊόντα βιομηχανίας οиноποίησης

## 3.1 Εισαγωγή

Όσο αφορά την οиноποίηση, η Ελλάδα αποτελεί μία σημαντική οιοπαραγωγική χώρα. Κατέλαβε την 17<sup>η</sup> θέση παγκοσμίως με καταγραφή ετήσιας παραγωγής 2,5 εκατομμύρια εκατόλιτρα οίνου το 2017. Υπάρχουν αρκετά οιοποιεία στην χώρα μας, και πέρα από την παραγωγή του οίνου γίνεται παραγωγή και υποπροϊόντα(απόβλητα). Τα υποπροϊόντα χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Αυτές οι κατηγορίες είναι τα υλικά τα οποία προέρχονται από την παραγωγή του οίνου και τα υλικά τα οποία παράγονται κατά την διάρκεια της εμφιάλωσης και της συσκευασίας.



Εικόνα 21 : Οιοποίηση

Πάρθηκε από: <https://gr.dreamstime.com>

### 3.1.1 Ανάγκη για επαναχρησιμοποίηση υποπροϊόντων οιοποίησης

Στην εποχή μας, υπάρχει ενδιαφέρον για τα υποπροϊόντα τα οποία δημιουργούνται από την βιομηχανία τροφίμων και σίγουρα υπάρχει ανάγκη για

επαναχρησιμοποίηση των υποπροϊόντων οινοποίησης. Θα πρέπει να αντιμετωπιστούν τα στερεά και συγχρόνως τα υγρά απόβλητα. Αυτό ισχύει κυρίως στην παρασκευή του οίνου γιατί δίνει σημαντικό όγκο στερεού οργανικού υλικού.

Κατά την διάρκεια της αποβοστρύχωσης και του εκραγισμού τα κύρια υποπροϊόντα συλλέγονται. Όσο αφορά τον οίνο, τα στέμφυλα και τα σταφύλια περιέχουν φαινολικές ενώσεις που είναι πολύ σημαντικό. Ακόμα, το σταφύλι παρουσιάζει αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Αυτές οι αντιοξειδωτικές ενώσεις χρησιμοποιούνται για την πρόληψη η και την μείωση των αλλοιώσεων των προϊόντων και των εκφυλιστικών ασθενειών του ανθρώπου.

Επίσης, με βάση την έρευνα της Εθνικής Ιταλικής Υπηρεσίας Προστασίας του Περιβάλλοντος που έγινε το 2001, η βιομηχανία τροφίμων και ποτών παράγει μεγάλες ποσότητες από απορρίμματα και αυτά θα πρέπει να δοθούν σε αποτεφρωμένα φυτά, για βιολογική επεξεργασία και γενικά σε γεωπονικές εφαρμογές. Τα απόβλητα αυτά γενικά δεν είναι επικίνδυνα, αλλά έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, και έτσι επειδή η παραγωγή τους είναι μαζική σε μια περίοδο μέσα στον χρόνο, δημιουργούνται διάφορα προβλήματα ρύπανσης.

Έτσι, με βάση τα προβλήματα ρύπανσης που δημιουργούνται αναγκάζουν τις βιομηχανίες να μειώσουν τα παραπροϊόντα και να χρησιμοποιήσουν την ανακύκλωση. Τα τελευταία χρόνια, έχουν χρησιμοποιηθεί εκχυλίσματα από τα σταφύλια τα οποία παρουσιάζουν αντιοξειδωτική δράση. Τα υποπροϊόντα που λαμβάνονται είτε από στέμφυλα είτε από γίγαρτα, είναι μια πολύ φθηνή πηγή για την απομόνωση φλαβονολών οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως φυτοχημικά η ως συμπληρώματα διατροφής.

Ακόμα, όσο αφορά τα απόβλητα οινοποίησης και συγκεκριμένα τα στέμφυλα που είναι το κύριο απόβλητο του οίνου θα μπορούσαν να ανακυκλωθούν ως βελτιωτικό του εδάφους λόγω του περιεχομένου τους που προσφέρουν σε θρεπτικό και σε οργανικό.

Όσο αφορά την οινολάσπη, είναι ένα προσροφητικό μέσο για την προσρόφηση των βαρέων μετάλλων από τα υδατικά διαλύματα. Η προσρόφηση μετάλλων αποτελείται από αρκετούς μηχανισμούς οι οποίοι μηχανισμοί διαφέρουν ανάλογα με την προέλευση του προσροφητικού μέσου και το είδος του μετάλλου. Οι ιδιότητες των αποβλήτων οινοποίησης είναι παρόμοιες με τα προσροφητικά μέσα.

Τα στέμφυλα στην χώρα μας χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αλκοολούχων ποτών, και η οινολάσπη χρησιμοποιείται για την ανάκτηση της καθαρής αιθανόλης και τρυγικού οξέος.



Εικόνα 22 : Ανακύκλωση

Πάρθηκε από: <https://www.ekt.gr/el/magazines/features/23377>

### 3.2 Χαρακτηριστικά αποβλήτων

Για την ποιότητα των αποβλήτων θα πρέπει να υπάρχουν δεδομένα για την επεξεργασία των αποβλήτων. Ακόμα, τα απόβλητα χωρίζονται σε φυσικά, χημικά, βιοχημικά και μικροβιολογικά. Ποιο κάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι κατηγορίες των αποβλήτων.

#### Φυσικά χαρακτηριστικά

Κάποια από τα φυσικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων είναι το χρώμα, η θερμοκρασία, η οσμή, ολικά στερεά, ολικά αιωρούμενα, και η θολότητα. Τα ολικά στερεά είναι το σύνολο των διαλυμένων και των αιωρούμενων στερεών. Επίσης, μπορούμε να προσδιορίσουμε τα ολικά στερεά μέσω της μέτρησης του στερεού υπολείμματος, αλλά πρώτα θα πρέπει να γίνει εξάτμιση της υγρής φάσης. Τα αιωρούμενα σωματίδια προσδιορίζονται στη μάζα που έχει κατακρατηθεί στο φίλτρο διηθήσεως και μετά από ξήρανση.

#### Χημικά χαρακτηριστικά



Κάποια από τα χημικά χαρακτηριστικά των αποβλήτων είναι το COD, το οποίο ορίζει την ποσότητα του οξυγόνου ώστε να γίνει η χημική οξείδωση των αποβλήτων. Επίσης, υπάρχει ο TOC που είναι ο ολικός οργανικός άνθρακας και μας δίνει πληροφορίες για την περιεκτικότητα σε οργανικό φορτίο, και μας δίνει ακόμα πληροφορίες για την ποιότητα των λυμάτων, ο φώσφορος, άζωτο, Na, Mg, Cl, Ca, και κάποια βαρέα μέταλλα. Και τα δύο χαρακτηριστικά των χημικών αποβλήτων δηλαδή το COD και ο TOC είναι πολύ σημαντικά για τον χαρακτηρισμό των αποβλήτων ως προς το ρυπαντικό φορτίο κατά την εισροή και την εκροή.

### **Βιοχημικά χαρακτηριστικά**

Κάποια από τα βιοχημικά χαρακτηριστικά είναι το BOD<sub>5</sub>, το οποίο είναι η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται από τους μικροοργανισμούς για να αποικοδομήσουν το βιολογικό φορτίο των αποβλήτων. Μέσω του BOD<sub>5</sub> μπορεί να υπολογιστεί το οργανικό φορτίο. Επίσης, εκφράζεται σε χιλιοστόγραμμα απαιτούμενου οξυγόνου ανά λίτρο αποβλήτου ή σε ισοδύναμες μονάδες, γραμμάρια ανά κυβικό μέτρο. Οι μικροοργανισμοί κατά την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης, διασπούν την οργανική ύλη σε ποιο απλά οργανικά και ανόργανα συστατικά.

Ακόμα, η αποσύνθεση της οργανικής ύλης μπορεί να γίνει κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Κατά την αερόβια αποσύνθεση γίνεται η ποιο κάτω αντίδραση

Οργανική ύλη+O<sub>2</sub>----- → Co<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O+ νέες οργανικές ενώσεις + νέα οργανικά συστατικά +σταθερά προϊόντα

Κατά την αερόβια αποσύνθεση τα προϊόντα της αποικοδόμησης είναι σταθερά και αβλαβή. Είναι το διοξείδιο του άνθρακα, φωσφορικά ανιόντα, νιτρικά ανιόντα, και τα θειικά ανιόντα.

Αντιθέτως, η αναερόβια αποσύνθεση γίνεται με βάση την ποιο κάτω αντίδραση

Οργανική ύλη+ H<sub>2</sub>O----- → CH<sub>4</sub>+CO<sub>2</sub>+NH<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>S+ νέες οργανικές ενώσεις+ νέα ανόργανα+ θερμότητα.

Με την αναερόβια αποσύνθεση χρησιμοποιούνται μικροοργανισμοί χωρίς την παρουσία του οξυγόνου, έτσι ώστε να σταθεροποιηθεί η οργανική ύλη. Αυτό γίνεται με την μετατροπή της σε μεθάνιο και σε ανόργανα συστατικά. Το μεθάνιο, χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας και είναι αρκετά σταθερό.

### **Μικροβιολογικά χαρακτηριστικά**

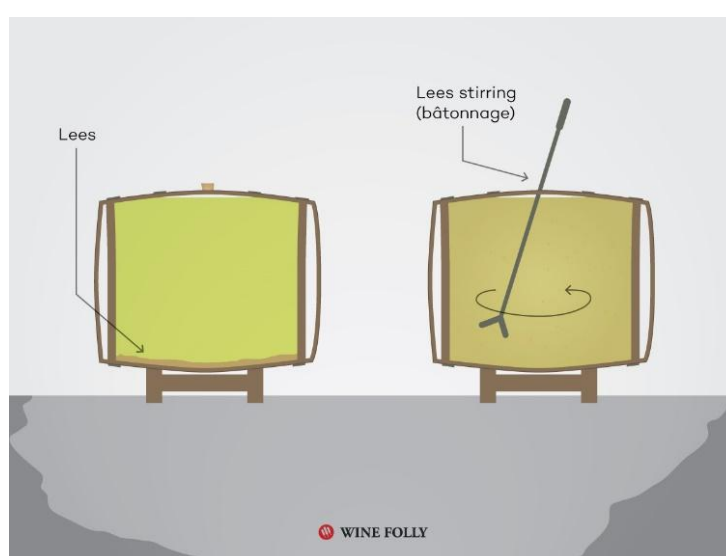
Όσο αφορά τα μικροβιολογικά χαρακτηριστικά, αφορά τα βακτήρια, τους ιούς, τους μύκητες και τα κολοβακτηρίδια.

## 3.2 Υποπροϊόντα παραγωγής οίνου

Υπάρχουν αρκετά προϊόντα παραγωγής οίνου τα οποία όπως φαίνεται παρουσιάζονται πιο κάτω και ανήκουν στην κατηγορία των στερεών.

- Οινολάσπες

Οι οινολάσπες, δηλαδή το ίζημα το οποίο παραμένει μετά την οινοποίηση στον πυθμένα των δεξαμενών και στην συνέχεια συνήθως κατευθύνονται μαζί με τα στέμφυλα προς την απόσταξη ή επιστρέφουν στα χωράφια με την μορφή λιπάσματος. Ακόμα, οι οινολάσπες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ψωμιού, ζυμαρικών, ωρίμανση τυριών και ως πρώτη ύλη σε κάποια προϊόντα όπως σαπούνια και κρέμες.



Εικόνα 23 : Οινολάσπες

Πάρθηκε από: <https://winefolly.com/deep-dive/what-are-wine-lees-sur-lie-explained/>

- Βόστρυχοι

Οι βόστρυχοι χρησιμοποιούνται ως λιπάσματα μετά από κομποστοποίηση . Ακόμα, μπορούν να λειτουργήσουν και ως υλικά τροφοδοσίας, προς παραγωγή βιοαερίου και βιοαντιδραστήρων.

- Στέμφυλα

Τα στέμφυλα όπως και οι βόστρυχοι, μπορούν να μετατραπούν εύκολα σε λίπασμα. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως ζωοτροφή και ακόμα να μετατραπούν σε καύσιμη ύλη εξαιτίας του οργανικού φορτίου. (πηγές 19, 20, 21 ,22)



Εικόνα 24 : Στέμφυλα

Πάρθηκε από: <https://www.dreamstime.com/photos-images/grape-marc.html>

- Γίγαρτα

Τα γίγαρτα, δηλαδή τα κουκούτσια μετά από ψυχρή έκθλιψη μπορούν να παράγουν υψηλής αξίας έλαιο το οποίο είναι πλούσιο σε φλαβονοειδή, στυλβένια και φαινολικά οξέα.

### 3.2.1 Υγρά απόβλητα

Τα υγρά απόβλητα, είναι τα απόβλητα τα οποία απορρίπτονται από κτίρια και χώρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται για βιομηχανική ή εμπορική δραστηριότητα και δεν είναι οικιακά λύματα. Είναι δηλαδή απόβλητα που δημιουργούνται κατά την παραγωγική διαδικασία. Κατά την διαδικασία της συγκομιδής και της σύνθλιψης παρατηρείται το μεγαλύτερο ποσοστό λυμάτων, ενώ στη συνέχεια ακολουθούν η σταθεροποίηση, η διήθηση, η ωρίμανση και τέλος το στάδιο της εμφιάλωσης στο οποίο θα γίνει ανάπτυξη και πιο κάτω.

Ακόμα, σημαντικό είναι ότι τα υγρά απόβλητα περιέχουν οργανικό φορτίο με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η άμεση διάθεση τους στο έδαφος γιατί μπορεί να είναι επικίνδυνο για το περιβάλλον. Επίσης, εκτός από το ότι περιέχουν οργανικό φορτίο, τα υγρά απόβλητα είναι όξινα με pH 3,5-5,5. Έτσι, αυτό τα κάνει τοξικά για αρκετούς οργανισμούς, αλλά σε συνδυασμό με τα φαινολικά συστατικά είναι αντιβακτηριδιακά. Τέλος, περιέχουν οξέα όπως είναι το τρυγικό, οξικό, γαλλικό, γαλακτικό και ηλεκτρικό οξύ, ενώ η περιεκτικότητά τους σε φαινόλες εξαρτάται από την ποικιλία των σταφυλιών και με τον τρόπο που γίνεται η διεργασία τους. Ενώ κάποια από τα βαρέα μέταλλα που υπάρχουν είναι τα Zn, Cu, Cr.

### 3.3 Υποπροϊόντα εμφιάλωσης

Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα υλικά συσκευασίας όπως είναι οι φιάλες, τα κουτιά και οι φελλοί. Όσο αφορά τα κουτιά, μπορούν να ανακυκλωθούν σε αντίθεση με τους φελλούς και τις φιάλες τα οποία μπορούν να δράσουν ως υλικά διακοσμητικά.

Τέλος, υπάρχουν και τα λοιπά προϊόντα. Στην κατηγορία αυτή μπορούμε να κατατάξουμε τα βαρέλια τα οποία μετά από ένα διάστημα χρήσης απορρίπτονται από τα οινοποιεία αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παλαίωση αποσταγμάτων, και αρκετές φορές αποτελούν ακόμα και την βάση για υλικά διακόσμησης.



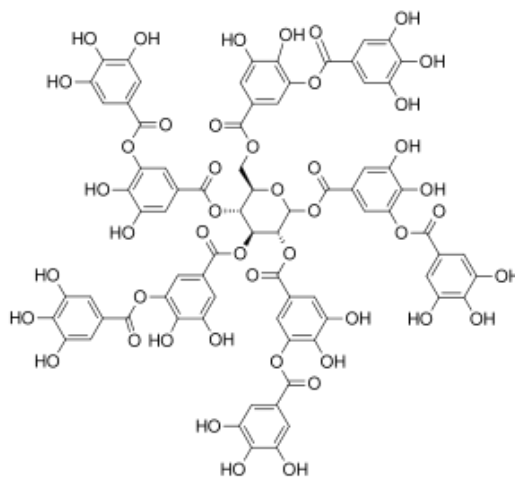
Εικόνα 25 :Κουτιά

Πάρθηκε από: <https://www.ellada-pack.com/en/specialboxes.php>

## 3.4 Πολυφαινόλες και υποπροϊόντα οινοποίησης

### 3.4.1 Πολυφαινόλες

Οι πολυφαινόλες είναι οργανικές ενώσεις που υπάρχουν στην φύση για τον λόγο αυτό και είναι γνωστές ως φυτοχημικές ουσίες. Δηλαδή είναι φυσικά προϊόντα που έχουν δομή πολυφαινόλης (πολλές υδροξυλομάδες σε αρωματικούς δακτυλίους). Οι πολυφαινόλες, προστατεύουν τα φυτά από εξωτερικούς παράγοντες όπως είναι υπεριώδης ακτινοβολία και οι μικροβιακές μολύνσεις, ενισχύοντας έτσι την φυσική τους άμυνα. Παράλληλα, όταν οι πολυφαινόλες εισέλθουν στον οργανισμό μας παρουσιάζουν ενεργό και ωφέλιμη βιολογική δράση. Επίσης, οι πολυφαινόλες στα τρόφιμα βρίσκονται στο κρασί και ιδιαίτερα στο κόκκινο κρασί, στον καφέ, στο τσάι, στο κακάο, ελαιόλαδο, βρόμη, ρύζι κ.α.



Εικόνα 26 :Πολυφαινόλες

Πάρθηκε από: <https://en.wikipedia.org/wiki/Polyphenol>

### 3.4.2 Κατάταξη πολυφαινολών

Οι πολυφαινόλες κατατάσσονται όπως φαίνεται και πιο κάτω στις εξής κατηγορίες.

- Φαινόλες
- Βεντζοκινόνες
- Φαινολικά οξέα
- Ακετοφαινόλες και Φαινυλοξικά Οξέα
- Φαινυλοπροπανοειδή
- Υδροξυκυκνιμωμικά Οξέα

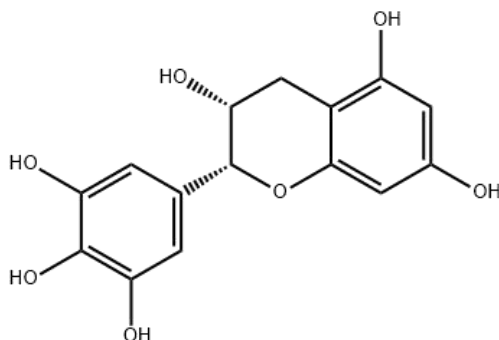
- Κουμαρίνες και Ισοκουμαρίνες
- Χρωμόνες
- Ναφθοκινόνες
- Ξανθόνες
- Στιλβένια
- Ανθοκινόνες
- Φλαβοβοειδή
- Ανθοκυανιδίνες
- Λιγνάνες, Νεαλιγνάνες και Λιγνίνες

### 3.4.3 Φαινόλες και Φλαβονοειδή

Οι απλές φαινόλες όπως είναι για παράδειγμα η φαινόλη, είναι διαδεδομένη στην φύση. Σε ανώτερα φυτά υπάρχουν τα φαινολικά παράγωγα όπως είναι τα φαινολικά οξέα και οι αλδεΐδες. Στη φύση υπάρχουν είτε με την μορφή μεθυλο και αιθυλο εστέρων και γλυκοζιτών είτε υπάρχουν σε ελεύθερη μορφή.

Τα υδροξυκιναμικά οξέα και τα φαινυλοπροπανοειδή είναι ενώσεις με μικρό μοριακό βάρος, και υπάρχει το καφεϊκό, το σιναπικό οξύ και τα παράγωγα τους. Όσο αφορά τις ναφθοκινόνες, αποτελούνται από δέκα άτομα άνθρακα, οι ξανθόνες από δεκατρία άτομα άνθρακα και τα στιλβένια από δεκατέσσερα άτομα. Επίσης, το κύριο συστατικό των λιγνινών είναι οι κιναμμικές αλκοόλες και οι χρωμόνες βρίσκονται με την μορφή γλυκοζιτών.

Όσο αφορά τα φλαβονοειδή, τα οποία είναι και από τα πιο γνωστά στη φύση, περιλαμβάνουν τις φλαβονόλες, τις φλαβόνες, τις φλαβονόνες, τις κατεχίνες και τις χαλκόνες. Ακόμα, τα φλαβονοειδή έχουν μικρό μοριακό βάρος σχετικά και ανάλογα με την χημική τους δομή και την πολικότητα τους είναι εξίσου και η ευδιαλυτότητα.



Εικόνα 27 :Φλαβονοειδή

Πάρθηκε από: [https://www.chemicalbook.com/ProductCatalog\\_EN/2313.htm](https://www.chemicalbook.com/ProductCatalog_EN/2313.htm)

### 3.4.4 Σταφύλι και Πολυφαινόλες

Όπως έχει αναφερθεί και προγενέστερα, τα σταφύλια είναι πλούσια σε πολυφαινόλες και ιδιαίτερα σε φλαβονοειδή όπως φλαβονόλες και ανθοκυανίνες, φαινολικά οξέα και στυλβένια. Επίσης, οι πολυφαινόλες παίζουν σημαντικό ρόλο στην ποιότητα των σταφυλιών και των οίνων. Συγκεκριμένα, οι ανθοκυανίνες δίνουν το χαρακτηριστικό χρώμα στα κρασιά και στα σταφύλια. Οι φλαβονόλες, που είναι και αυτές μία από τις κατηγορίες των πολυφαινολών προσδίδουν την πικρή γεύση, την στυπτικότητα και την δομή των οίνων. Τέλος, υπάρχουν και οι φλαβονόλες οι οποίες προσφέρουν την πικρή γεύση.

Κάτι ακόμα σημαντικό το οποίο έχει αναφερθεί για τις πολυφαινόλες είναι η αντιοξειδωτική τους δράση που προσφέρουν, η αντικαρκινική, η αντιφλεγμονώδης, αντιγηραντική και αντιμικροβιακή δράση. Έτσι παρέχουν στον οργανισμό πολλαπλή προστασία δρώντας κατά του οξειδωτικού στρες που προκαλείται από τις ελεύθερες ρίζες, αλλά και προσφέροντας παράλληλα αρκετά οφέλη σε διάφορα επίπεδα, βοηθώντας συνολικά στην προστασία του οργανισμού. (πηγές 23, 24, 25)



Εικόνα 28 : Αντιοξειδωτική Δράση

Πάρθηκε από: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996916300485>

### 3.4.5 Υποπροϊόντα οινοποίησης και Πολυφαινόλες

Όπως και έχει αναλυθεί νωρίτερα, τα στέμφυλα των ερυθρών σταφυλιών χαρακτηρίζονται από αρκετά μεγάλη περιεκτικότητα σε φαινολικές ενώσεις και

χρωστικές. Επίσης, στα στέμφυλα οι ενώσεις δεν απομονώνονται επαρκώς κατά την διαδικασία της οινοποίησης για αυτό και το φαινολικό περιεχόμενο είναι αρκετά υψηλό. Ακόμα, τα κύρια φαινολικά συστατικά των στέμφυλων είναι οι ανθοκυανίνες, οι φλαβονόλες, οι κατεχίνες, οι αλκοόλες, τα φαινολικά οξέα, και τα στυλβένια.

Οι φαινολικές ενώσεις στις ράγες βρίσκονται στα γίγαρτα και στους φλοιούς. Οι ποιο άφθονες φαινολικές ενώσεις στο φλοιό των σταφυλιών είναι οι φλαβονόλες, σε αντίθεση με τα γίγαρτα τα οποία περιέχουν φλαβανόλες. Τα γίγαρτα ακόμα είναι ένα ξεχωριστό παραπροϊόν της οινοποίησης γιατί έχουν την εικόνα των φλαβονοειδών.

Επίσης, οι βόστρυχοι είναι μέρος των αποβλήτων της οινοποίησης. Συγκεκριμένα, οι βόστρυχοι περιέχουν πολυφαινόλες οι οποίες δεν υπάρχουν σε άλλα υποπροϊόντα της οινοποίησης όπως είναι τα στυλβένια και οι φλαβανόλες. Στο φλοιό και στο χυμό των σταφυλιών περιέχονται φλαβονοειδή και ανθοκυανίδες.

Κάτι ακόμα σημαντικό και ενδιαφέρον, είναι ο λευκός φλοιός του σταφυλιού, ο οποίος δεν υποβάλλεται σε διαρκή διαβροχή κατά την διαδικασία της οινοποίησης με αποτέλεσμα να είναι μια φτηνή πρώτη ύλη για την παραγωγή των πολυφαινολικών ενώσεων.

### 3.4.5 Πολυφαινόλες και Υγεία

Δημιουργούνται πολλά οφέλη για την υγεία από την κατανάλωση των πολυφαινολών. Πολλά από τα οφέλη για την υγεία που σχετίζονται με τις πολυφαινόλες μπορεί να σχετίζονται με τον ρόλο τους ως αντιοξειδωτικά. Τα αντιοξειδωτικά είναι γνωστά για την ικανότητα τους να καταπολεμούν την καταστροφή των κυττάρων. Οι πολυφαινόλες επίσης, μπορούν να επηρεάσουν τα γονίδια και την έκφραση γονιδίων. Τα συγκεκριμένα γονίδια ενός ατόμου μπορούν να επηρεάσουν τον τρόπο με τον οποίο ανταποκρίνεται το σώμα τους σε ορισμένους τύπους πολυφαινολών. Ακόμη, οι πολυφαινόλες μπορούν να επηρεάσουν τα βακτήρια του εντέρου.

Επιπλέον, οι πολυφαινόλες μπορούν να βοηθήσουν στην μείωση της χοληστερόλης, και έτσι μειώνεται ο κίνδυνος καρδιακών παθήσεων. Μπορεί μια πλούσια διατροφή σε πολυφαινόλες να μειώσει αρκετά τα τριγλυκερίδια και την κακή λιποπρωτεΐνη σε υπέρβαρους και παχύσαρκους ανθρώπους. Ποιο συγκεκριμένα, οι πολυφαινόλες του κακάου και του ελαιόλαδου είναι πολύ αποτελεσματικές στην μείωση της κακής χοληστερόλης και αυξάνοντας ταυτόχρονα την καλή χοληστερόλη.

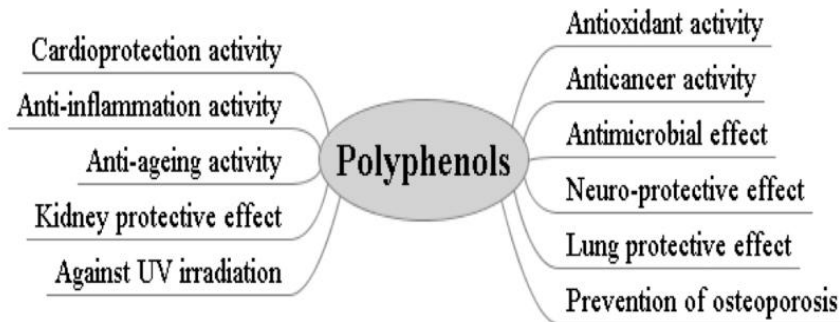
Ακόμα, οι πολυφαινόλες μπορούν να συμβάλλουν στην πρόληψη ορισμένων καρκίνων μειώνοντας το οξειδωτικό στρες, τη φλεγμονή και την ανάπτυξη καρκινικών κυττάρων.



Όσο αφορά την αρτηριακή πίεση, φαίνεται ότι οι πολυφαινόλες βοηθούν στο να μειωθεί η αρτηριακή πίεση. Μπορούν να βοηθήσουν το ενδοθήλιο να χαλαρώσει ώστε να μειωθεί η αρτηριακή πίεση.

Σχετικά με την υγεία των οστών οι πολυφαινόλες ενισχύουν την υγεία των οστών μειώνοντας το οξειδωτικό στρες και τη φλεγμονή, ενώ υποστηρίζουν την οστική πυκνότητα μέσω της ανάπτυξης νέων οστικών κυττάρων. Οπότε οι πολυφαινόλες μπορούν να βοηθήσουν και στην αποτελεσματική αντιμετώπιση των φλεγμονών.

Τέλος, κάτι ακόμα πολύ σημαντικό που φαίνεται ότι με την κατανάλωση πολυφαινολών συμβάλλει θετικά στην υγεία του ανθρώπου είναι το ότι συμβάλλει στην καθυστέρηση του εκφυλισμού του εγκεφάλου. Καθώς μεγαλώνουμε, η υγεία του εγκεφάλου μπορεί να αρχίσει να μειώνεται και πιθανά να οδηγήσει σε ασθένειες όπως η νόσος του Αλτσχάιμερ. Οι πολυφαινόλες, μπορούν να βοηθήσουν στην πρόληψη του εκφυλισμού της υγείας του εγκεφάλου, βοηθώντας στη μείωση του οξειδωτικού στρες και της φλεγμονής, δύο παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο σε όλο αυτό.



Εικόνα 29 : Πολυφαινόλες και Υγεία

Πάρθηκε από: <https://supplements.selfdecode.com/blog/apple-polyphenols/>

### 3.4.6 Εκχύλιση πολυφαινολών στην διαδικασία της οινοποίησης

Οι διαδικασίες οινοποίησης, στην εκχύλιση φαινολικών ενώσεων από τα σταφύλια συμβάλλουν στον προσδιορισμό της φαινολικής σύνθεσης των ερυθρών οίνων. Αρκετές από τις τεχνικές της οινοποίησης χρησιμοποιούνται για να ενισχύσουν την εκχύλιση φαινολικών ενώσεων και απομακρύνονται διάφοροι παράγοντες που περιορίζουν την εξαγωγή αρκετών ουσιών που υπάρχουν.

Όσο αφορά την θερμοκρασία κατά την διαδικασία της οινοποίησης στην εκχύλιση των ενώσεων φαίνεται πως όταν η θερμοκρασία είναι υψηλότερη οι πολυφαινόλες είναι πιο σταθερές σε αντίθεση με όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη. Επίσης, οι οίνοι που παράγονται μετά από δέκα μέρες διαβροχής των σταφυλιών δεν αλλάζει το φαινολικό τους προφίλ κατά την διάρκεια της παλαίωσης.

Επίσης, με την προσθήκη ταννινών σε οίνους και γλεύκη αυξήθηκαν οι φαινολικές ενώσεις. Εκτός από την διαδικασία της οινοποίησης, η παλαίωση του κρασιού ενίσχυσε την αντιοξειδωτική δράση του κρασιού. Ακόμα και με την προσθήκη ταννινών αυξήθηκε η αντιοξειδωτική δραστηριότητα.

### 3.4.7 Παράγοντες που επηρεάζουν την εκχύλιση φαινολικών

Όσο αφορά τους παράγοντες που επηρεάζουν την εκχύλιση των φαινολικών είναι αρκετοί. Κάποιοι από αυτούς τους παράγοντες είναι η θερμοκρασία της αλκοολικής ζύμωσης, ο χρόνος παραμονής των στέμφυλων με το γλεύκος, η προζυμωτική κρουοεκχύλιση και άλλοι παράγοντες.

Σχετικά με την θερμοκρασία της αλκοολικής ζύμωσης, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία αυξάνεται και το ολικό φαινολικό περιεχόμενο που εκχυλίζεται στο κρασί. Επίσης, η αύξηση της εκχύλισης των φαινολικών οφείλεται σε αυξημένη διαπερατότητα των υποδερμικών κυττάρων και έτσι μεγαλύτερη διάχυση ανθοκυανών και στην αυξημένη διαλυτότητα άλλων φαινολικών ομάδων σε υγρή φάση.

Σχετικά με τον χρόνο παραμονής των στέμφυλων με το γλεύκος, φαίνεται πως αν παραμείνει περισσότερες ημέρες από το κανονικό αυξάνεται η συγκέντρωση των κρασιών σε τανίνες και ανθοκυάνες, και σε κρασιά που έγινε ποιο πολύς χρόνος εκχύλισης είχαν ποιο πολλά χρωστικά πολυμερή .

Σχετικά με την προζυμωτική κρουοεκχύλιση είναι μια διαδικασία η οποία διευκολύνει την εκχύλιση των υδρόφιλων φαινολικών συστατικών, συμβαίνει στην υδατική φάση και βελτιώνει τον αρωματικό χαρακτήρα του κρασιού.

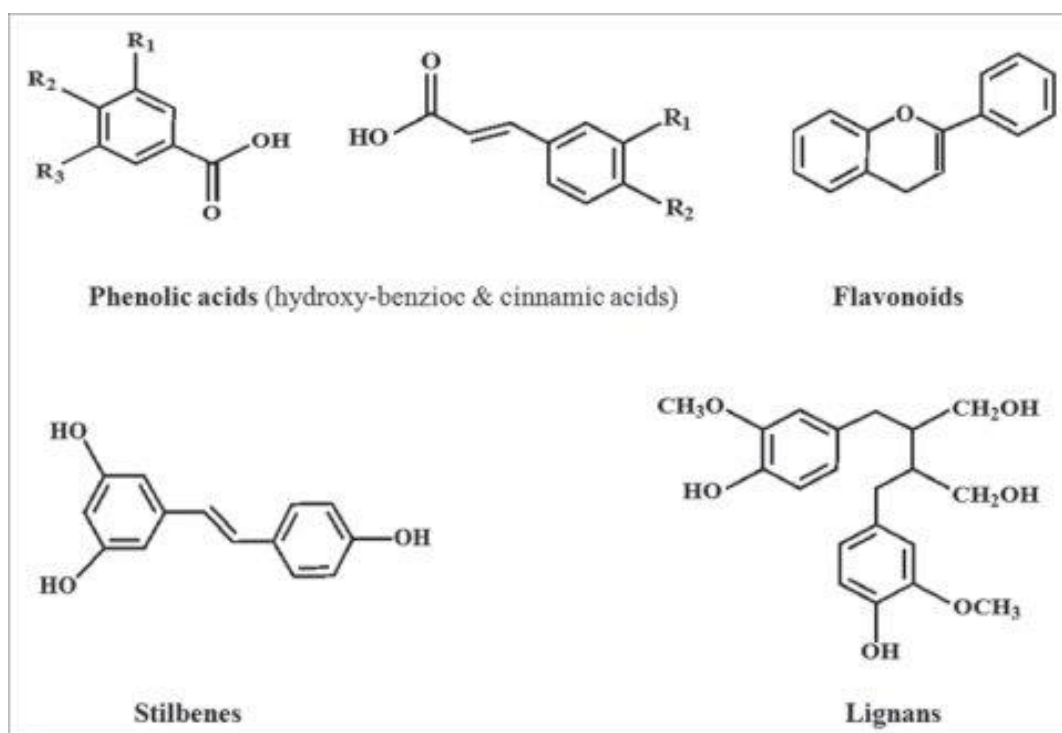
Τέλος, σχετικά με κάποιους άλλους παράγοντες που υπάρχουν και επηρεάζουν την εκχύλιση είναι η αλκοόλη, τα πηκτινολητικά ένζυμα, ο θειώδης ανυδρίτης, και οι τεχνικές οινοποίησης. Με την αλκοόλη, μετά από λίγες μέρες της αλκοολικής ζύμωσης μειώνεται ο ρυθμός εκχύλισης των ανθοκυανών. Ακόμα, με την προσθήκη του ανυδρίτη ευνοείται η διάχυση ανόργανων συστατικών και φαινολικών συστατικών των φλοιών. Επίσης, οι τεχνικές οινοποίησης καθορίζουν την εκχύλιση των φαινολικών ομάδων κατά την διαδικασία της ερυθρής οινοποίησης. Τα πηκτινολυτικά ένζυμα μπορούν να αυξήσουν το ολικό φαινολικό φορτίο στο τέλος της ζύμωσης και το χρώμα. Όσο αφορά τις πηκτινάσες, δεν φαίνεται να αυξάνουν τις ανθοκυάνες σε αντίθεση με τα χρωστικά πολυμερή και τις ταννίνες. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ελεύθερες ανθοκυάνες που διαχέονται στο γλεύκος δεσμεύονται από άλλες ουσίες όπως είναι οι φλαβονόλες και οι χρωστικές ουσίες. Αυτά τα ένζυμα θα πρέπει να είναι καθαρά γιατί αλλιώς μπορεί να γίνει υδρόλυση των ανθοκυανών και να χάνεται η χρωματική ένταση. (πηγές 26,27,28,29)

### 3.4.8 Βελτίωση της εκχύλισης των πολυφαινολών κατά την διαδικασία της οινοποίησης

Υπάρχουν αρκετές τεχνολογίες οι οποίες βελτιώνουν την εκχύλιση των πολυφαινολών κατά την διαδικασία της οινοποίησης. Αρκετές από τις τεχνολογίες της οινοποίησης μπορούν να αναπτύξουν την εκχύλιση και να απομακρυνθούν άλλες χημικές ουσίες που μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά.

Όσο αφορά την θερμοκρασία φαίνεται πως οι πολυφαινόλες είναι πιο σταθερές σε αυξημένες θερμοκρασίες και τα κρασιά που παράγονται με την θερμική οινοποίηση έχουν περισσότερες φαινολικές ενώσεις. Επίσης, τα πηκτινολυτικά ένζυμα και τοθεικό οξύ αυξάνουν τις ποσότητες των φαινολικών ενώσεων.

Έτσι, με την διαδικασία της παλαίωσης αυξάνεται η αντιοξειδωτική δράση του κρασιού, οι ταννίνες αυξάνουν τις πολυφαινόλες σε οίνους και σε γλεύκη και έχουν αντιοξειδωτική δράση.



Εικόνα 30 : Χημικές Δομές

Πάρθηκε από: [https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-the-different-classes-of-polyphenols-Polyphenols-are-classified\\_fig2\\_45694943](https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-the-different-classes-of-polyphenols-Polyphenols-are-classified_fig2_45694943)

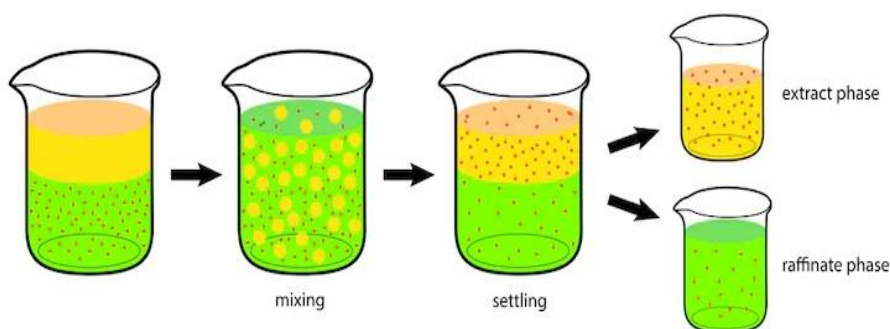
# Κεφάλαιο 4. Υποβοηθούμενη εκχύλιση

## 4.1 Γενικά

Εκχύλιση είναι μία φυσική μέθοδος διαχωρισμού μιγμάτων. Μέσα στην υγρή φάση τοποθετούνται τμήματα της στερεάς φάσης. Οι ευδιάλυτες ουσίες διαλύονται στην υγρή φάση διαχωρίζοντας τες από τις αδιάλυτες της στερεάς φάσης.

Συγκεκριμένα, στην εκχύλιση γίνεται μεταφορά μιας ουσίας από μία άλλη που βρίσκεται με την μορφή διαλύματος η και αιωρήματος σε μία άλλη υγρή φάση. Οι δύο φάσεις αυτές έρχονται σε επαφή, χωρίς όμως να αναμιγνύονται, και έχουν σκοπό την μεταφορά ουσιών και τον διαχωρισμό τους. Η μεταφορά αυτή μπορεί να γίνει επειδή η ουσία κατανέμεται με ορισμένη αναλογία στις δύο φάσεις. Επίσης, η εκχύλιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον διαχωρισμό μίγματος υγρών η και στερεών ουσιών. Συμβαίνει με τους υγρούς διαλύτες οι οποίοι χωρίζονται σε ανόργανους, οργανικούς, πολικούς και μη πολικούς. Εξαιτίας των διαμοριακών δυνάμεων γίνεται διάλυση και προκύπτουν δύο φάσεις η υδατική και η οργανική. Έτσι, τα ανόργανα συστατικά και οι πολικές ουσίες συλλέγονται στην υδατική φάση και οι μη πολικές ουσίες στην οργανική φάση.

Όσο αφορά τον τρόπο εκχύλισης, αυτός εξαρτάται από την δομή του του υλικού, από το είδος των συστατικών τα οποία θα πρέπει να απομονωθούν και σίγουρα από την υγρασία που υπάρχει. Υπάρχουν αρκετές μέθοδοι εκχύλισης και κάποιες από αυτές είναι η ανάδευση, Soxhlet, εκχύλιση με υπερήχους και η εκχύλιση με μικροκύματα. Αυτές οι δύο τεχνικές θα αναλυθούν πιο κάτω και φαίνεται ότι διαφέρουν στις αποδόσεις της εκχύλισης. (πηγή 30)



Εικόνα 31 : Εκχύλιση

Πάρθηκε από: <https://chemicalengineeringworld.com/liquid-liquid-extraction/>

#### 4.1.1 Παράγοντες που επηρεάζουν την εκχύλιση

Όπως αναφερθήκαμε και πιο πάνω στο γενικό κομμάτι της εκχύλισης υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που την επηρεάζουν. Θα πρέπει να υπάρχει διατήρηση σταθερή της ροής, θερμοκρασίας και πίεσης, και κατάλληλος χρόνος επαφής του διαλύτη και των στερεών. Ακόμα, για την κατάλληλη απόδοση, σημαντικός είναι και ο έλεγχος του εξοπλισμού και των οργάνων. Επίσης, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη το μέγεθος των σωματιδίων και ο διαλύτης.

Ακόμα, για να επιλεγεί η καλύτερη τεχνολογία εκχύλισης που θα έχει υψηλή απόδοση και αρκετά υψηλή σταθερότητα της διαλυμένης ουσίας θα πρέπει να γνωρίζουμε την φύση της προς εκχύλισης ουσίας και η πρώτη ύλη στην οποία θα γίνει η επεξεργασία. Έτσι θα έχουμε επιλέξει την κατάλληλη μέθοδο με τα καλύτερα αποτελέσματα.

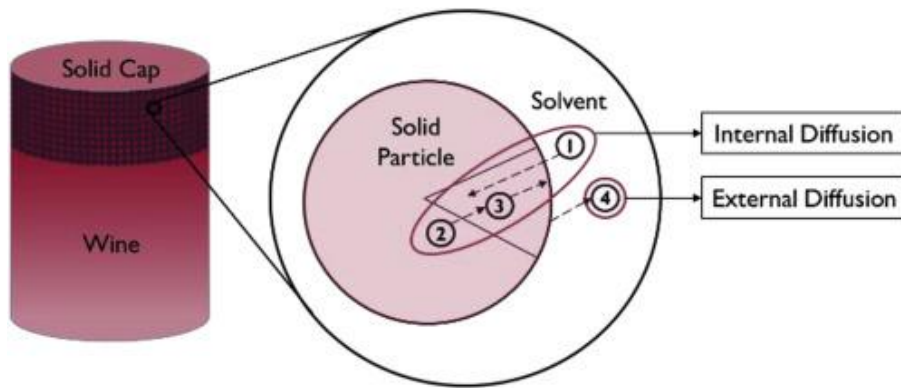
Όσο αφορά τον διαλύτη, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η διαλυτότητα των ουσιών που υπάρχουν στον διαλύτη. Ακόμα, οι φυσικές ιδιότητες θα πρέπει να ληφθούν υπόψη που είναι το ιξώδες και η μειωμένη τάση.

Όσο αφορά το μέγεθος των σωματιδίων, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η κυτταρική δομή γιατί η εκχύλιση για να πετύχει εξαρτάται από την μορφολογία της πρώτης ύλης. Επίσης, όσο πιο μικρό είναι το μέγεθος των σωματιδίων, τόσο πιο ψηλός θα είναι και ο ρυθμός μεταφοράς της διαλυμένης ουσίας. Έτσι, η απόδοση της εκχύλισης αυξάνεται με την μείωση του μεγέθους των σωματιδίων.

Ακόμα, η υγρασία είναι παράγοντας που επηρεάζει και συγκεκριμένα να επηρεάσει την μεταφορά της μάζας. Μόνο σε κάποιες περιπτώσεις η υγρασία μπορεί να επηρεάσει θετικά την διαδικασία και να επιτρέψει να γίνει μεταφορά της διαλυμένης ουσίας.

Επίσης, η θερμοκρασία είναι πολύ σημαντική. Με την αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνεται η διάχυση και η διαλυτότητα του υλικού που θα εκχυλιστεί.

Τέλος, η ανάδευση του διαλύτη είναι πολύ σημαντική γιατί αυξάνει την διάχυση και τον ρυθμό μεταφοράς του υλικού.

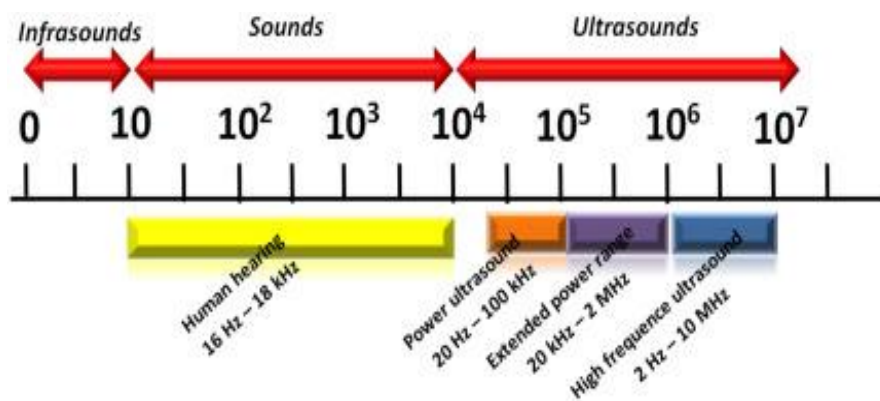


Εικόνα 32 : Παράγοντες εκχύλισης

Πάρθηκε από: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416304010>

## 4.2 Εκχύλιση με υπερήχους

Οι υπέρηχοι είναι διαμήκη ελαστικά κύματα με συχνότητα μεγαλύτερη από 20 kHz που είναι το ανώτατο όριο της ανθρώπινης ακοής. Το φάσμα των υπερήχων μπορεί να χωριστεί σε δύο ζώνες. Τους υπερήχους που είναι υψηλής έντασης και τους υπερήχους που είναι χαμηλής έντασης. Στις χαμηλές εντάσεις οι υπέρηχοι χρησιμοποιούνται στην διαγνωστική ιατρική, τον ποιοτικό έλεγχο των τροφίμων, την χημική ανάλυση και ακόμα σε μη καταστρεπτικές μεθόδους ανάλυσης. Από την άλλη, όσο αφορά τους υπερήχους υψηλής έντασης χρησιμοποιούνται στην βιομηχανία τροφίμων για διεργασίες μεγάλης κλίμακας όπως είναι η εκχύλιση, η ομογενοποίηση, η γαλακτωματοποίηση, η αφυδάτωση, η κρυστάλλωση, η απαέρωση, η απενεργοποίηση των ενζύμων, η αλλαγή του ιξώδους, η μείωση μεγέθους των σωματιδίων και η παστερίωση χαμηλής θερμοκρασίας.



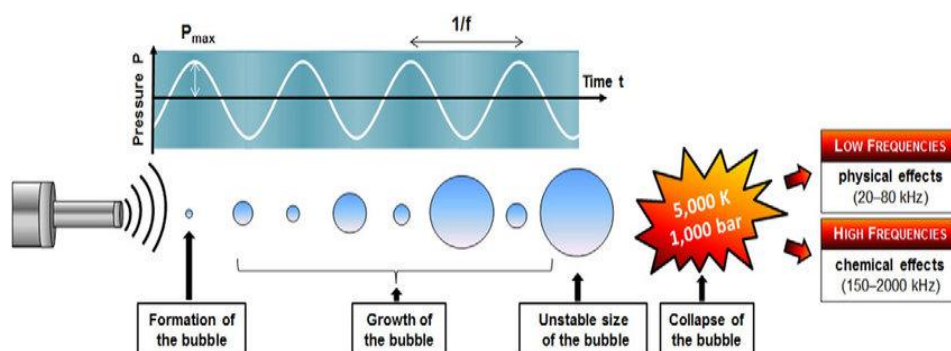
Εικόνα 33 : Ακουστικό Φάσμα

Πάρθηκε από: <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/ultrasound>

### 4.2.1 Μηχανισμός υπερήχων

Οι υπέρηχοι, σχετίζονται με το φαινόμενο της σπηλαίωσης. Κατά το φαινόμενο της σπηλαίωσης, σχηματίζονται, αναπτύσσονται και διασπώνται οι φυσαλίδες μέσω της

διάδοσης των υπερήχων σε ένα μέσο. Όταν διαπερνούν το μέσο τα κύματα, τότε αρχίζουν να υπάρχουν αλλαγές στην πίεση, και έτσι με αυτές τις αλλαγές οδηγούμαστε στη σπηλαιώση. Όσο αφορά τον σχηματισμό των φυσαλίδων, αυτές σχηματίζονται σε περιοχές στις οποίες το ηχητικό κύμα είναι πιο αραιό και αυτό προέρχεται από την αρνητική πίεση που δημιουργείται στο σημείο εκείνο. Έπειτα, καθώς περνά το κύμα, οι φυσαλίδες ταλαντώνονται και το μέγεθος αυξάνεται μέχρι το μέγιστο. Στη συνέχεια, διασπώνται οι φυσαλίδες και έτσι δημιουργούνται κρουστικά κύματα. Εάν η διάσπαση γίνει πολύ κοντά στην επιφάνεια ενός στερεού μπορεί να καταστραφεί η επιφάνεια των κυττάρων. Επίσης, με την διάσπαση των φυσαλίδων αυξάνεται για μικρό χρονικό διάστημα και τοπικά η θερμοκρασία και η πίεση. Αυτά τα φαινόμενα που συμβαίνουν μπορούν να οδηγήσουν σε χημικές αντιδράσεις και να παραχθούν ελεύθερες ρίζες. Με την αύξηση της συχνότητας των υπερήχων αυξάνονται οι φυσαλίδες. Οι φυσαλίδες αυτές στα 20 KHz είναι παροδικές, και όσο αυξάνεται η συχνότητα τότε οι φυσαλίδες σταθεροποιούνται πολύ περισσότερο.



Εικόνα 34 :Υπερηχητική Σπηλαιώση

Πάρθηκε από: [https://www.researchgate.net/figure/Schematic-representation-of-the-acoustic-cavitation-phenomenon\\_fig1\\_283465606](https://www.researchgate.net/figure/Schematic-representation-of-the-acoustic-cavitation-phenomenon_fig1_283465606)

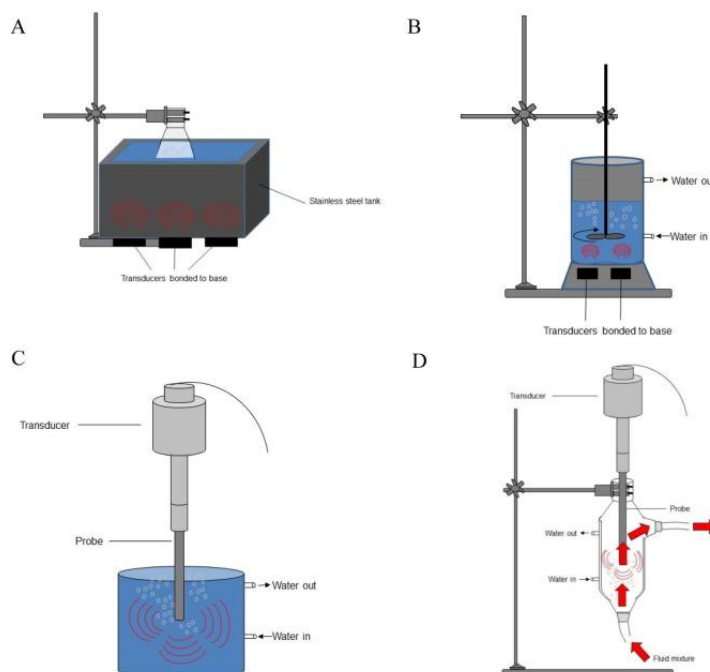
#### 4.2.2 Παράμετροι εκχύλισης με υπερήχους

Όσο αφορά τις παραμέτρους εκχύλισης με υπερήχους, υπάρχουν αρκετοί που επηρεάζουν τους υπερήχους ως προς την δράση τους κατά την διάρκεια που γίνεται η διαδικασία της εκχύλισης. Κάποιοι από τους παράγοντες αυτούς που επηρεάζουν είναι

- Θερμοκρασία
- Ένταση παλμού
- Συχνότητα
- Διαλύτης
- Φύση του δείγματος

Οι ιδανικές συνθήκες έχουν να κάνουν με την χαμηλή συχνότητα των υπερήχων. Όσο αφορά την θερμοκρασία, προτιμάται να είναι υψηλή γιατί όσο αυξάνεται η θερμοκρασία αυξάνεται η διαλυτότητα με αποτέλεσμα να γίνεται πιο γρήγορα η διάχυση και η

διαλυτοποίηση. Όμως, σε αυξημένη θερμοκρασία η τάση διάλυσης των συστατικών που δεν είναι επιθυμητά αυξάνεται, και σε κάποιες θερμοευαίσθητες ενώσεις αποσυντίθεται. Όσο αφορά το φαινόμενο των φυσαλίδων φαίνεται ότι επιδρά θετικά όπου με την ένταση του παλμού των κυμάτων στους υπερήχους η αποσύνθεση γίνεται πολύ πιο γρήγορα και έτσι απελευθερώνονται οι ενώσεις. Ακόμα, ο διαλύτης παίζει ρόλο στην διαδικασία της εκχύλισης. Προτιμώνται συνήθως διαλύτες με χαμηλό ιξώδες. Εάν ο διαλύτης θα είναι πολικός ή ακόμα και μη πολικός αυτό εξαρτάται από τα συστατικά τα οποία θα απομονωθούν και από τη φύση του δείγματος. Τέλος, θα πρέπει να προσεχθεί εκτός από τον διαλύτη που θα επιλεγεί και η αναλογία του διαλύτη και του στερεού γιατί όλα αυτά που αναφέρθηκαν σε συνδυασμό επηρεάζουν αρκετά την απόδοση της εκχύλισης.



Εικόνα 35 : Συσκευή υπερηχητικής εκχύλισης

Πάρθηκε από: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350417716302358>

### 4.2.3 Εφαρμογές των υπερήχων στην εκχύλιση

Οι υπέρηχοι, προσδίδουν καλύτερη διείσδυση του διαλύτη στα κύτταρα και έτσι βελτιώνεται η μεταφορά της μάζας. Ακόμα, σε αρκετές περιπτώσεις η χρήση των υπερήχων αυξάνει την απόδοση της εκχύλισης, με χαμηλότερες θερμοκρασίες με αποτέλεσμα να παράγεται ένα προϊόν πολύ πιο γρήγορα και να είναι πιο καθαρό κάτι το οποίο είναι πολύ σημαντικό. Επίσης, εφαρμογές των υπερήχων εκτός από την χρήση τους σε κρασί και τσάι, έχει χρήση και σε σαφράν, ντομάτες, πιπέρι και στις εκχυλίσεις των τζιντζερολών. Η μέθοδος αυτή των υπερήχων είναι μία αρκετά οικονομική και ταυτόχρονα αποδοτική μέθοδος. (πηγή 31)

➤ Παράδειγμα πειραματικής διαδικασίας



Το πανεπιστήμιο γεωργίας του Καναδά πραγματοποίησε υποβοηθούμενη με υπερήχους εκχύλιση φαινολικών από στέμφυλα μύρτιλου. Αρχικά, γέμισαν με νερό ένα ποτήρι ζέσεως και το θέρμαναν μέχρι την απαιτούμενη θερμοκρασία εκχύλισης. Έπειτα έβαλαν 2 γρ. σκόνης από τα στέμφυλα των μύρτιλων σε ένα φλασκί 125 ml. Μέσα σε αυτό πρόσθεσαν νερό ώστε να φθάσουν τις σωστές αναλογίες στέρεου/υγρού που ήταν 1:20. Έγινε ανακίνηση του φλασκιού για λίγα λεπτά και μετά το περιεχόμενο μεταφέρθηκε στο ποτήρι ζέσεως που είχε θερμανθεί ώστε να φθάσει στην κατάλληλη για την εκχύλιση θερμοκρασία. Στη συνέχεια, η διαδικασία της εκχύλισης με υπερήχους ξεκινά με συχνότητα 35 kHz για 60 λεπτά στους 40 βαθμούς Κελσίου. Μετά την εκχύλιση, το εκχύλισμα υπέστη φυγοκέντριση 6000 rpm για 15 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου και φιλτραρίστηκε με φίλτρο κενού μέσω μεμβράνης. Το προϊόν αυτό μεταφέρθηκε σε ένα φλασκί 100 ml και τυλίχτηκε με αλουμινόχαρτο για την αποφυγή αποδόμησης των συστατικών. Έπειτα έγινε συμπύκνωση των συστατικών χρησιμοποιώντας το rotary για την εξάτμιση, στους 40 βαθμούς Κελσίου και στα 100 mbars για 20 λεπτά. Οι παράμετροι της εκχύλισης με υπερήχους ήταν η αναλογία στέρεου/υγρού, ο χρόνος δράσης των υπερήχων, η θερμοκρασία και το pH (5.0). Το φιλτραρισμένο εκχύλισμα αποθηκεύτηκε σε μια φιάλη σκούρου καφέ χρώματος στους 4 βαθμούς Κελσίου για τις μετέπειτα αναλύσεις. Το εκχύλισμα αυτό χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των φαινολικών, των φλαβονοειδών και των ανθοκυανινών. Τα συμπεράσματα του πειράματος αυτού είναι ότι οι παράμετροι της εκχύλισης με υπερήχους επηρεάζουν τα αποτελέσματα του εκχυλίσματος όσον αφορά την περιεκτικότητα του σε φαινολικές. Μειώνοντας την αναλογία στέρεου/υγρού έχουμε περισσότερα φαινολικά. Η υψηλότερη θερμοκρασία αποδίδει μεγαλύτερο περιεχόμενο φλαβονοειδών αλλά μειώνει τα ολικά φαινολικά. Περισσότερος χρόνος υπερήχων αυξάνει το περιεχόμενο ανθοκυανινών.

### 4.3 Εκχύλιση με μικροκύματα

Τα μικροκύματα είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα που έχουν εύρος συχνότητας από τα 300MHz-300 GHz. Τα μικροκύματα χωρίζονται σε τρεις ζώνες, και αυτές είναι

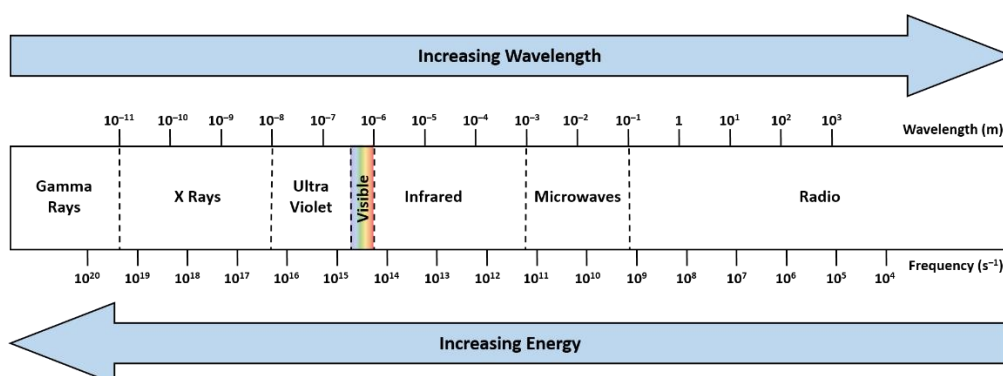
- Στα δεκατόμετρα μικροκύματα(0,3-3 GHz)
- Στα εκατοστόμετρα μικροκύματα(3-30 GHz)
- Στα χιλιοστόμετρα μικροκύματα(30-300 GHz)

Ακόμα, τα μικροκύματα μπορούν να προκαλέσουν θέρμανση, και αυτό γίνεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι η παλινδρομική αναστροφή των δίπολων και ο δεύτερος τρόπος είναι η ηλεκτροφόρηση των ιόντων. Με την εκχύλιση μέσω των μικροκυμάτων συμβαίνουν αλλαγές στις δομές των κυττάρων των υλικών και

προκαλούνται από τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Με τις αλλαγές που συμβαίνουν αυξάνεται το πορώδες της ύλης ώστε ο διαλύτης. Στην εκχύλιση με μικροκύματα υπάρχουν τρεις φάσεις και σε αυτές αρχικά, ο διαλύτης εισέρχεται στο εσωτερικό των στερεών και διαλύει το συστατικό το οποίο εκχυλίζεται. Έπειτα, μεταφέρεται το συστατικό στην εξωτερική επιφάνεια του στερεού σωματιδίου. Στη συνέχεια, η ουσία από την εξωτερική επιφάνεια του σωματιδίου μεταφέρεται στον όγκο του διαλύματος.

Όσο αφορά τον ρυθμό που γίνεται η διαδικασία της εκχύλισης, σίγουρα δεν είναι ο ίδιος σε όλη την διάρκεια που γίνεται η διαδικασία. Έτσι, λόγω του ρυθμού που μεταβάλλεται μπορεί να χωριστεί ακόμα σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση είναι η φάση ισορροπίας όπου η ουσία που είναι εκχυλισμένη απομακρύνεται από την επιφάνεια του στερεού σωματιδίου και έχει σταθερή ταχύτητα. Η δεύτερη φάση, είναι η μεταβατική φάση, ενδιάμεση όπου σε αυτή την φάση η ουσία αρχίζει να αντιστέκεται στην μεταφορά της μάζας από την επιφάνεια του στερεού προς την μάζα του διαλύματος. Τέλος, έχουμε την τρίτη φάση που είναι η τελική φάση, όπου η ουσία πρέπει να ξεπεράσει τις αλληλεπιδράσεις που την συγκρατούν στο στερεό για να μπορέσει να εκχυλιστεί στο διαλύτη. Επίσης, στη συνέχεια απομακρύνεται το εκχύλισμα με την διάχυση, και σε αυτή την φάση ο ρυθμός που συμβαίνει είναι αργός με αποτέλεσμα να θεωρείται περιοριστική για την διαδικασία της εκχύλισης.

Ακόμα, σημαντικό το οποίο συμβαίνει με την εκχύλιση των μικροκυμάτων είναι πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί την εκχύλιση συστατικών τα οποία είναι θερμοευαίσθητα γιατί μπορεί να υπάρξει αυξημένη απόδοση σε συνδυασμό με χαμηλή θερμοκρασία. Κάτι ακόμα, χαρακτηριστικό των μικροκυμάτων που παρουσιάζουν είναι ότι η θερμότητα απορροφάτε από τα υλικά απευθείας τα οποία δέχονται την ακτινοβολία και έτσι διασπείρεται σε αυτά. Τέλος, σαν μέθοδος που χρησιμοποιείται για την εκχύλιση, παρουσιάζει αρκετές διαφορές σε σχέση με άλλες μέθοδος που χρησιμοποιούνται για την εκχύλιση γιατί η μεταφορά της μάζας και της θερμότητας συμβαίνει προς την ίδια κατεύθυνση από το εσωτερικό προς το εξωτερικό της ύλης η οποία ακτινοβολείται.



Εικόνα 36 :Φάσμα Μικροκυμάτων

Πάρθηκε από: <https://cem.com/de/microwave-heating-mechanism-and-theory>

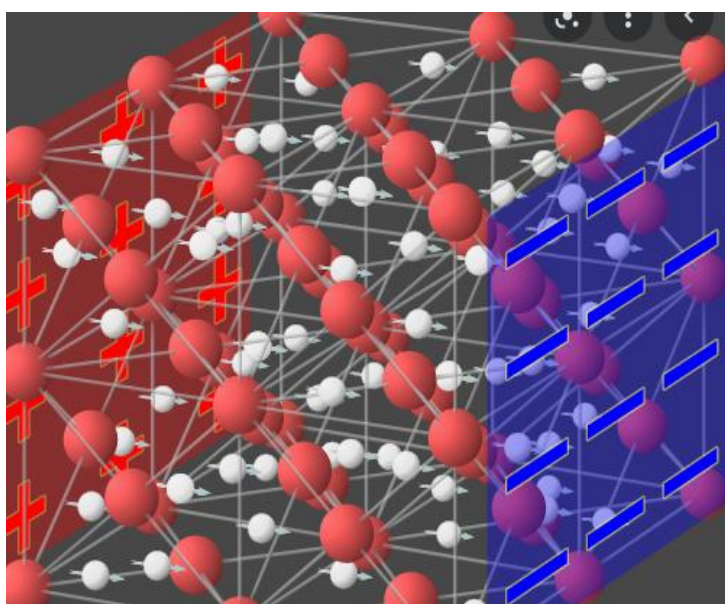
#### 4.3.1 Μηχανισμός Θέρμανσης μικροκυμάτων

Με την χρήση των μικροκυμάτων η θέρμανση συμβαίνει εκλεκτικά στην ύλη γιατί δεν απορροφά θερμότητα ο περιέκτης και πρακτικά η θερμότητα δεν χάνεται στο περιβάλλον γιατί έχουμε ένα κλειστό σύστημα. Σε αντίθεση με τις ποιο πολλές μεθόδους θέρμανσης που χάνονται μεγάλα ποσά θερμότητας στο περιβάλλον. Η ενέργεια των μικροκυμάτων μπορεί να επηρεάσει τα μόρια με τρεις μηχανισμούς :

**Διπολική περιστροφή** : Σε ένα πολικό υγρό για ένα μόριο όπως είναι για παράδειγμα το νερό, η αιθανόλη, υπάρχουν διαμοριακές δυνάμεις που δίνουν μερική αδράνεια σε οποιαδήποτε κίνηση του μορίου. Το πολικό μόριο, κάτω από υψηλής συχνότητας ηλεκτρικό πεδίο θα προσπαθήσει να το ακολουθήσει, αλλά η διαμοριακή αδράνεια το εμποδίζει και έτσι σταματά η κίνηση προς την κατεύθυνση του πεδίου. Ακόμα, εάν η συχνότητα είναι πολύ χαμηλή του πεδίου τότε θα υπάρχει ομοιόμορφη πόλωση του μορίου και έτσι περιορίζονται οι τυχαίες κινήσεις και γίνονται ποιο σταθερές και όχι τυχαίες. Αντιθέτως, στην ενδιάμεση κατάσταση το μόρια θα μπορούν να κρατηθούν σε φάση με το πεδίο πολικότητας λόγω της συχνότητας. Έτσι, στην περίπτωση αυτή που έχουμε η τυχαία κίνηση είναι η θέρμανση που υπάρχει στο δείγμα.

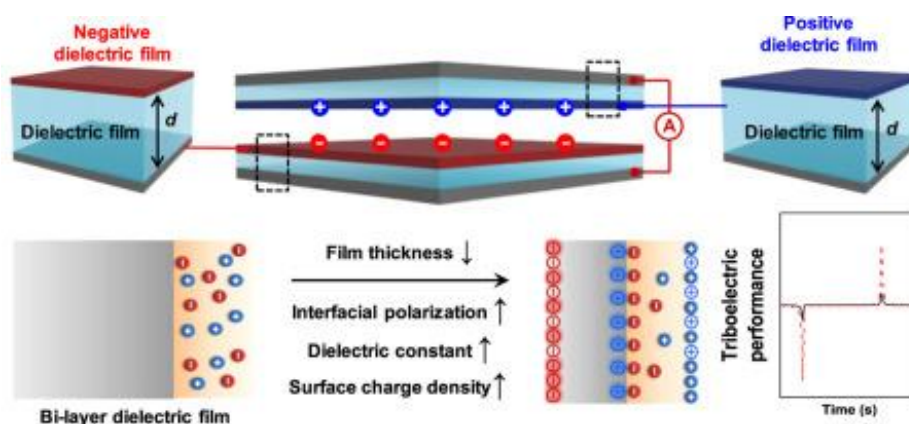
**Ιονική αγωγιμότητα** : Όσο το δείγμα που έχουμε το οποίο είναι εκτεθειμένο σε ακτινοβολία είναι ένας ηλεκτρικός αγωγός, τότε οι μεταφορείς που μπορεί να είναι ηλεκτρόνια, ιόντα κτλ., κάτω από την επίδραση ηλεκτρικού πεδίου μετακινούνται μέσα στην ύλη. Έτσι, τα ρεύματα προκαλούν θέρμανση στο δείγμα μας που οφείλεται στην ηλεκτρική αντίσταση. Από την άλλη, εάν το δείγμα που έχουμε είναι πολύ αγωγίμο όπως είναι το μέταλλο τότε δεν διαπερνά την επιφάνεια του υλικού η ενέργεια των μικροκυμάτων αλλά αντανακλάται. Όμως, η μεγάλη επιφανειακή ηλεκτρική τάση που μπορεί να προκληθεί, μπορεί να παραμορφώσει τα μέταλλα που υπόκεινται σε ακτινοβολία των μικροκυμάτων.

**Διεπιφανειακή πόλωση** : Ο μηχανισμός της διεπιφανειακής πόλωσης χρησιμοποιείται συνήθως σε συστήματα θέρμανσης, αερισμού από μη αγωγίμα υλικά.



Εικόνα 37 : Ιοντική Αγωγιμότητα

Πάρθηκε από: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ionic\\_conductivity\\_%28solid\\_state%29](https://en.wikipedia.org/wiki/Ionic_conductivity_%28solid_state%29)



Εικόνα 38 :Διεπιφανειακή Πόλωση

Πάρθηκε από: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211285520312702>

### 4.3.2 Παράμετροι εκχύλισης με μικροκύματα

Όσο αφορά τις παραμέτρους εκχύλισης με μικροκύματα, υπάρχουν αρκετοί που επηρεάζουν τα μικροκύματα ως προς την δράση τους κατά την διάρκεια που γίνεται η διαδικασία της εκχύλισης, Κάποιοι από αυτούς τους παράγοντες είναι

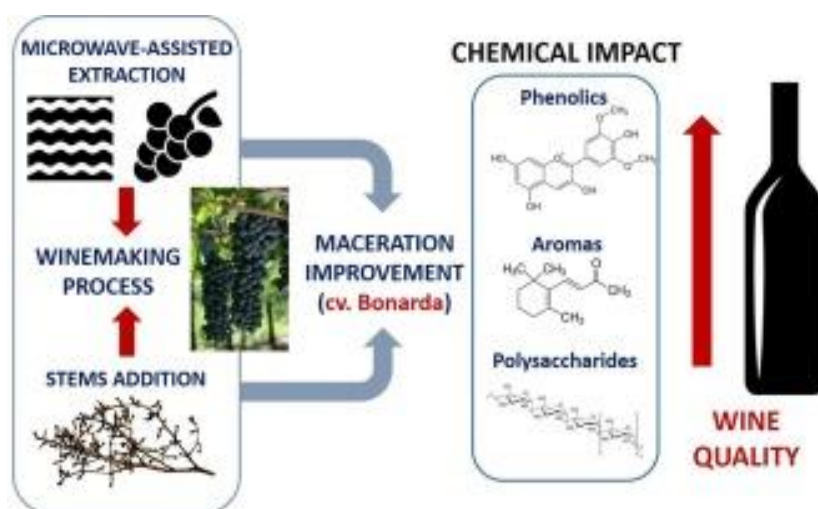
- Διαλύτης
- Χρόνος του δείγματος
- Φύση του δείγματος
- Ένταση ακτινοβολίας

Συγκεκριμένα, ο τρόπος που θα επιλεγεί ο διαλύτης, εξαρτάται από την ικανότητα που έχει να απορροφά τα μικροκύματα και την φύση του υποστρώματος. Κάποια παραδείγματα διαλυτών που χρησιμοποιούνται στην εκχύλιση με μικροκύματα είναι η ακετόνη, το νερό, η αιθανόλη και η μεθανόλη. Ο λόγος που χρησιμοποιούνται αυτοί είναι λόγω της πολικότητας που παρουσιάζουν. Με την χρήση πολικών διαλυτών έχουμε στην εκχύλιση μεγαλύτερο εύρος των συστατικών. Ακόμα, αν θα επιλέξουμε διαλύτη η μίγμα αυτό εξαρτάται από την φύση του υποστρώματος και το κόστος. Συνήθως τα μίγματα χρησιμοποιούνται όταν ένα από τα δύο συστατικά έχει υψηλή πολικότητα.

Κάτι ακόμα σημαντικό που παίζει ρόλο και θα πρέπει να ληφθεί υπόψη σε μία εκχύλιση με μικροκύματα είναι η θερμοκρασία. Θα πρέπει η θερμοκρασία να μην είναι μεγαλύτερη από το σημείο ζέσεως του διαλύτη γιατί αλλιώς θα εξατμιστεί και θα μειωθεί η απόδοση της εκχύλισης.

Τέλος, κάτι ακόμα που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το οποίο επηρεάζει είναι η υγρασία που έχει το δείγμα μας. Φαίνεται ότι η παρουσία υγρασίας επηρεάζει

αρνητικά την απόδοση της εκχύλισης και έτσι πριν από την διαδικασία της εκχύλισης χρησιμοποιείται η αφυδάτωση του δείγματος.



Εικόνα 39 : Εκχύλιση Μικροκυμάτων Πάρθηκε από:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996922002265>

### 4.3.3 Φούρνος μικροκυμάτων

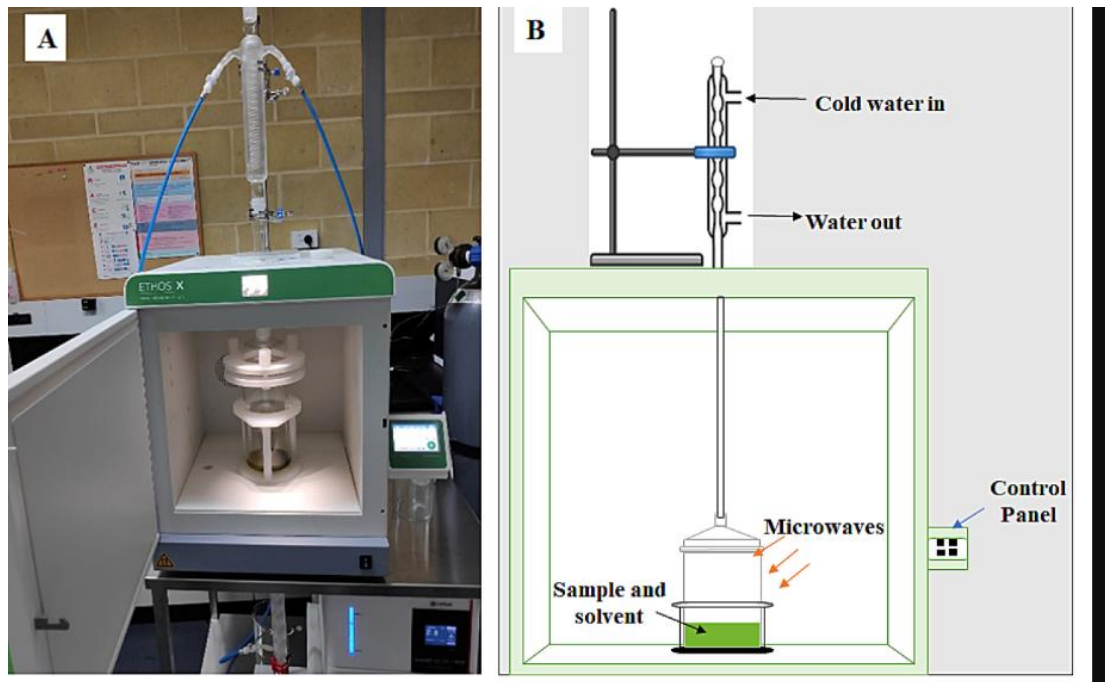
Όσο αφορά τους φούρνους μικροκυμάτων, υπάρχουν δύο ομάδες εκχυλιστήρων υποβοηθούμενης διάχυσης με μικροκύματα, ανάλογα με τον τρόπο που εφαρμόζεται η ενέργεια των μικροκυμάτων στο δείγμα. Συστήματα πολλαπλών λειτουργιών και συστήματα απλής και εστιασμένης λειτουργίας.

Με ένα σύστημα πολλαπλών λειτουργιών, γίνεται διασπορά της ακτινοβολίας των μικροκυμάτων στην κοιλότητα των μικροκυμάτων, για να ακτινοβολούνται οι περιοχές του δείγματος και της κοιλότητας.

Από την άλλη, σε ένα σύστημα απλής λειτουργίας, δεν γίνεται διασπορά της ακτινοβολίας όπως σε συστήματα πολλαπλών λειτουργιών αλλά σε μία περιορισμένη περιοχή και εφαρμόζεται πιο ισχυρό ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Τα συστήματα πολλαπλών λειτουργιών είναι συνήθως κλειστού τύπου, ενώ τα εστιασμένα είναι ανοικτού τύπου, και η ακτινοβολία των μικροκυμάτων εφαρμόζεται σε ατμοσφαιρική πίεση.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα μέρη που αποτελούνται και οι δύο συσκευές.

- Γεννήτρια μικροκυμάτων( η ενέργεια παράγεται σε σταθερή συχνότητα)
- Κυματοδηγός( για την μετάδοση των μικροκυμάτων από την πηγή)
- Θάλαμος( στον θάλαμο γίνεται τοποθέτηση του δείγματος)
- Κυκλοφορητής( Με τον κυκλοφορητή τα μικροκύματα διέρχονται μόνο πρόσθια)



Εικόνα 40 :Μικροκύματα

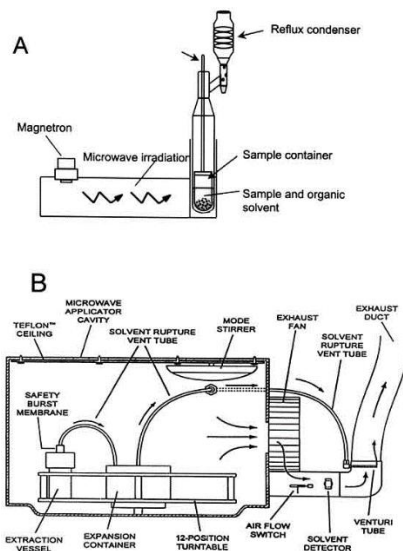
Πάρθηκε από: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/1/50/htm>

### Συστήματα ανοιχτού τύπου

Τα συστήματα μικροκυμάτων ανοιχτού τύπου γίνονται σε συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης και μόνο ένα μέρος του δοχείου εκτίθεται απευθείας στην ακτινοβολία των μικροκυμάτων. Ακόμα, το σύστημα αυτού του τύπου ονομάζεται εστιασμένη υποβοηθούμενη εκχύλιση μέσω των μικροκυμάτων. Όσο αφορά την θερμοκρασία, η μέγιστη θερμοκρασία που χρησιμοποιείται στο σύστημα ανοιχτού τύπου είναι περίπου το κανονικό σημείο ζέσεως του διαλύτη σε ατμοσφαιρική πίεση.

Επίσης, αυτό το είδος θεωρείται κατάλληλο για θερμοευαίσθητες ουσίες και δέχεται μεγάλη ποσότητα δείγματος και ποιο πολύ διαλύτη ο οποίος μπορεί να προστεθεί οποιαδήποτε στιγμή που γίνεται η διαδικασία της εκχύλισης. Τέλος, υπάρχει σύστημα ψύξης στην κορυφή του δοχείου εκχύλισης, που συμπυκνώνει τους ατμούς του διαλύτη και έτσι οι απώλειες του διαλύτη αποτρέπονται.





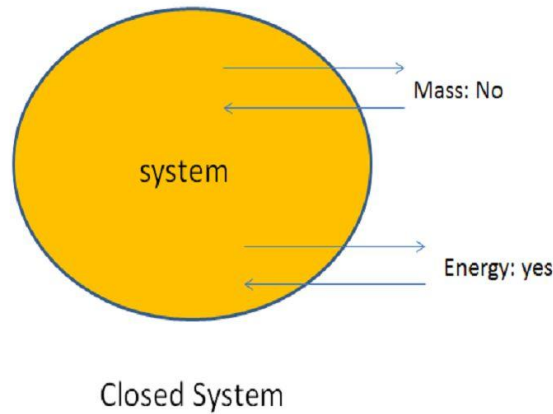
Εικόνα 41 : Συστήματα Ανοικτού Τύπου

Πάρθηκε από: [https://www.researchgate.net/figure/fig-3-A-Schema-of-an-open-focused-microwave-assisted-extraction-system-B-Schema\\_fig3\\_11586230](https://www.researchgate.net/figure/fig-3-A-Schema-of-an-open-focused-microwave-assisted-extraction-system-B-Schema_fig3_11586230)

### Συστήματα κλειστού τύπου

Τα συστήματα μικροκυμάτων κλειστού τύπου γίνονται σε σφραγισμένο κλειστό δοχείο με υψηλή θερμοκρασία και υψηλή πίεση. Στα συστήματα κλειστού τύπου η πίεση εντός του δοχείου εκχύλισης ελέγχεται για να μην υπερβαίνει την πίεση λειτουργία του δοχείου, και η θερμοκρασία μπορεί να ρυθμιστεί πάνω από το κανονικό σημείο ζέσεως του διαλύτη εκχύλισης.

Με την αύξηση της θερμοκρασίας και την αύξηση της πίεσης η υποβοηθούμενη εκχύλιση με μικροκύματα γίνεται πιο γρήγορα γιατί ο διαλύτης απορροφά την ενέργεια από τα μικροκύματα. Έτσι, λόγω της πίεσης η οποία ελέγχεται και λόγω της θερμοκρασίας που μπορεί να ρυθμιστεί πάνω από το κανονικό σημείο ζέσεως του διαλύτη εκχύλισης αποτελούν σημαντικά πλεονεκτήματα της χρήσης των μικροκυμάτων το οποίο είναι πολύ βασικό.



Εικόνα 42 :Συστήματα Κλειστού Τύπου

Πάρθηκε από <https://studiousguy.com/closed-system-examples/>

#### 4.3.4 Εφαρμογές της εκχύλισης με μικροκύματα

Η εκχύλιση με μικροκύματα έχει αρκετές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται. Συγκεκριμένα, εφαρμόζεται στην παραλαβή συστατικών από φυτικά προϊόντα, και αποτελεί ταχύτερη μέθοδο από τις συμβατικές μεθόδους εκχύλισης. Οι εφαρμογές της θέρμανσης με την χρήση μικροκυμάτων περιλαμβάνουν διεργασίες ξήρανσης, παστερίωσης, ψησίματος, βαφής κ.α. Με την θέρμανση των μικροκυμάτων επιτυγχάνονται υψηλοί ρυθμοί θέρμανσης μειώνεται ο χρόνος, ενώ υπάρχει ομοιομορφία στην θέρμανση.

Η εκχύλιση των μικροκυμάτων εφαρμόζεται κυρίως για την εξαγωγή πολύτιμων συστατικών από τρόφιμα και φυτικές ύλες. Επίσης, μπορεί να γίνει εκχύλιση σε φαινολικά οξέα και σε ολικά φαινολικά. Σημαντικό ακόμα να αναφέρουμε, ότι η μέθοδος των μικροκυμάτων μπορεί να εφαρμοστεί σε συνδυασμό και με άλλες μεθόδους εκχύλισης που επιφέρουν καλά αποτελέσματα. (πηγή 32, 33)

- Παράδειγμα πειραματικής διαδικασίας



Πραγματοποιήθηκε από πανεπιστήμιο της Κίνας υποβοηθούμενη με μικροκύματα εκχύλιση φλαβονοειδών από φύλλα σίσο. 40 γρ. σκόνης από τα φύλλα χρησιμοποιήθηκαν για την εκχύλιση με τις υπόλοιπες παραμέτρους να είναι η αναλογία διαλύτη/υλικού, ο χρόνος έκθεσης στην ακτινοβολία και το pH. Μετά την εκχύλιση, το εκχύλισμα αφέθηκε να ρθει σε θερμοκρασία δωματίου και έπειτα έγινε ξήρανση. Οι τιμές των παραμέτρων κατά τη διαδικασία του πειράματος ήταν όσον αφορά την αναλογία διαλυτού/υλικού 1:10, 1:14 και 1:18, ο χρόνος ακτινοβολίας ήταν 10', 20' και 30' και το εύρος του pH από 7 έως 9. Τα αποτελέσματα του πειράματος δείχνουν πως με την αύξηση της δύναμης των μικροκυμάτων έχουμε στα πρώτα δέκα λεπτά την ίδια ποσότητα φλαβονοειδών που θα έχουμε και μετά το πέρας των 20 λεπτών. Η αύξηση στην αναλογία διαλύτη/υλικού έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του εκχυλίσματος των φλαβονοειδών. Όσον αφορά το χρόνο ακτινοβολίας, παρατηρήθηκε μια μικρή αύξηση των φλαβονοειδών μέχρι ενός σημείου ακτινολογίας διότι μετέπειτα σε υπερβολική έκθεση ακτινοβολίας προκλήθηκε απώλεια φλαβονοειδών. Την ίδια επίδραση έχει και το pH. Εν κατακλείδι, οι ιδανικές συνθήκες είναι αναλογία διαλύτη/υλικού 1:17 με χρόνο ακτινολογίας 23 λεπτά και τιμή pH κοντά στο 8.

#### 4.4 Σύγκριση εκχύλισης με υπερήχους και μικροκύματα

Η εκχύλιση με μικροκύματα είναι μία από τις πιο σημαντικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την εκχύλιση βιοενεργών συστατικών από φυτικά υλικά και μπορεί να εφαρμοστεί σε εργαστηριακή και σε βιομηχανική κλίμακα. Είναι μία μέθοδος όπου χρησιμοποιεί την ενέργεια των μικροκυμάτων και έναν κατάλληλο υγρό διαλύτη όπως είναι το νερό ή την αιθανόλη, ώστε να εκχυλίσει συγκεκριμένα συστατικά. Τα μικροκύματα, είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία ενισχύουν την διαδικασία της εκχύλισης λόγω των αλλαγών που προκαλούν στην δομή των φυτικών κυττάρων.

Όσο αφορά την εκχύλιση με υπερήχους, σε αντίθεση με τα μικροκύματα που είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα οι υπέρηχοι είναι κύματα ήχου που όταν διαπερνούν ένα ελαστικό μέσο προκαλούν αλλαγή των σωματιδίων κατά το μήκος του. Ως αποτέλεσμα, δημιουργούνται κύκλοι επέκτασης και συμπίεσης όσο οι υπέρηχοι ταξιδεύουν στο μέσο. Με την επέκταση, τα μόρια απομακρύνονται ενώ με την συμπίεση έρχονται πιο κοντά. Δημιουργούνται φυσαλίδες κατά την επέκταση σε ένα υγρό, παράγεται αρνητική πίεση, και έπειτα εφόσον σχηματιστούν και μεγαλώσουν όταν γίνεται η συμπίεση δημιουργείται ένας πίδακας ο οποίος έχει κατεύθυνση προς το μέσο. Η θερμοκρασία και η υψηλή πίεση καταστρέφουν τα κυτταρικά τοιχώματα και απελευθερώνεται το περιεχόμενο στο μέσο.

#### 4.4.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα μικροκυμάτων

##### **Πλεονεκτήματα**

Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα της εκχύλισης με μικροκύματα είναι ο μικρότερος χρόνος εκχύλισης σε σχέση με άλλες συμβατικές μεθόδους, η υψηλή εκλεκτικότητα, η αυξημένη απόδοση και η καλή ποιότητα των συστατικών.

##### **Μειονεκτήματα**

Τα μειονεκτήματα είναι η μειωμένη αποτελεσματικότητα της εκχύλισης μη πολικών ή πτητικών συστατικών. Ακόμα, η μέθοδος αυτή δεν είναι κατάλληλη για θερμοευαίσθητα συστατικά. Τέλος, σχετικά με την επιλογή των διαλυτών που επιλέγονται, χρησιμοποιούνται οργανικοί διαλύτες όπως για παράδειγμα η μεθανόλη οι οποίοι διαλύτες δεν είναι φιλικό προς το περιβάλλον και ακόμα ο τρόπος λειτουργίας είναι δύσκολος και αρκετά ακριβός.

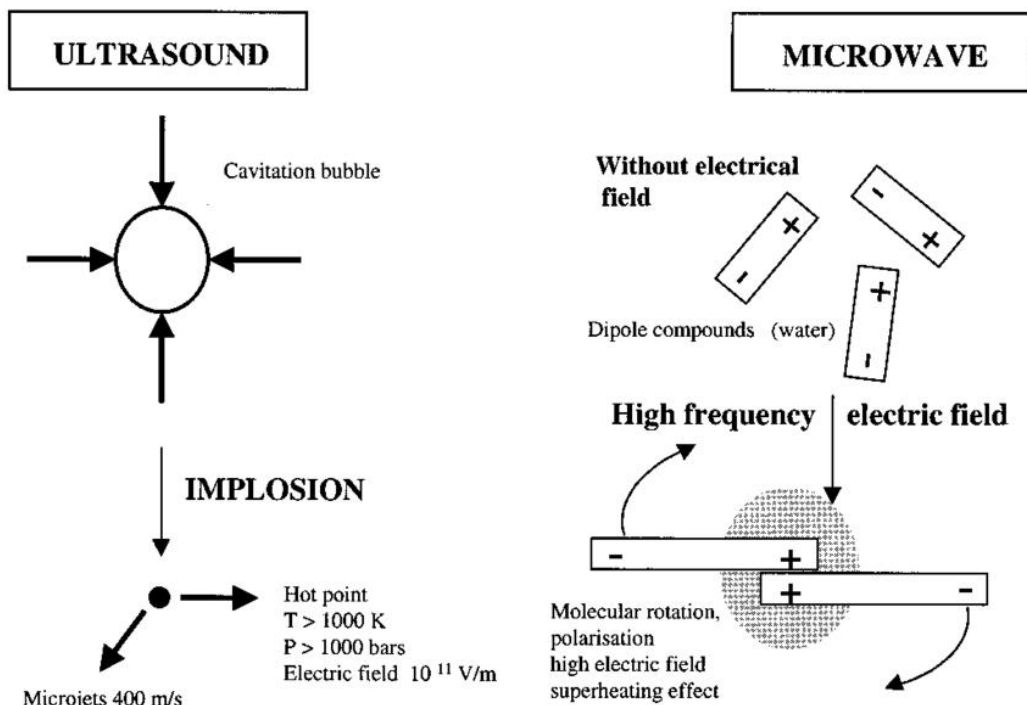
#### 4.4.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα υπερήχων

##### **Πλεονεκτήματα**

Όσο αφορά τα πλεονεκτήματα, η εκχύλιση με υπερήχους σε αντίθεση με τις συμβατικές μεθόδους εκχύλισης είναι πιο κατάλληλη για την εκχύλιση πολυφαινολών. Με την εκχύλιση πολυφαινολών αυξάνεται η μεταφορά της μάζας, μειώνεται η κατανάλωση του διαλύτη, δεν εξαρτάται αρκετά από τον διαλύτη ο οποίος θα χρησιμοποιηθεί, καλή διεύθυνση του διαλύτη, μειωμένο κόστος και μειωμένη θερμοκρασία.

##### **Μειονεκτήματα**

Όσο αφορά τα μειονεκτήματα, η εκχύλιση με υπερήχους και συγκεκριμένα η κινητική και η απόδοση της εκχύλισης επηρεάζονται από την φύση της φυτικής μήτρας γιατί η διεσπαρμένη φύση των σωματιδίων εξασθενεί το υπερηχητικό κύμα και το ενεργό μέρος των υπερήχων περιορίζεται σε μία ζώνη.



Εικόνα 44:Μικροκύματα και Υπερήχοι

Πάρθηκε από: [https://www.researchgate.net/figure/Analogy-between-ultrasound-cavitation-and-microwave-heating\\_fig1\\_40152347](https://www.researchgate.net/figure/Analogy-between-ultrasound-cavitation-and-microwave-heating_fig1_40152347)

## Συμπεράσματα

Κατά την διάρκεια της πτυχιακής εργασίας μελετήθηκε η εκχύλιση με υπερήχους και μικροκύματα στην αξιοποίηση των υποπροϊόντων της οινοποίησης. Με βάση την εργασία έχουν προκύψει κάποια συμπεράσματα τα οποία επιβεβαιώνονται με τεκμηρίωση. Τα συμπεράσματα σχετικά με την εκχύλιση μέσω των υπερήχων στην αξιοποίηση των υποπροϊόντων της οινοποίησης είναι τα εξής:

- Η απόδοση της εκχύλισης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και την μείωση της έντασης του παλμού.
- Η μέθοδος με υπερήχους πλεονεκτεί από την μέθοδο με τα μικροκύματα λόγω των υψηλών αποδόσεων που επιφέρει και γιατί μειώνει τον απαιτούμενο χρόνο.

Από την άλλη, τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εκχύλιση μέσω των μικροκυμάτων στην αξιοποίηση των υποπροϊόντων της οινοποίησης είναι τα εξής:

- Η απόδοση της εκχύλισης αυξάνεται με την αύξηση της ισχύος της ακτινοβολίας

- Τα μικροκύματα αυξάνουν την απόδοση της εκχύλισης και μειώνει τον χρόνο αρκετά σε σύγκριση με άλλες μεθόδους εκχύλισης.

Γενικά συμπεραίνεται ότι τόσο η μέθοδος των μικροκυμάτων όσο και η μέθοδος των υπερήχων αποτελούν δύο πολύ σημαντικές και αποτελεσματικές μέθοδοι για την εκχύλιση των υποπροϊόντων της οινοποίησης και παρέχουν αρκετά ικανοποιητικές αποδόσεις. Υπερέχουν σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους της εκχύλισης.

## Βιβλιογραφία-Αναφορές-Διαδικτυακές Πηγές

1. Auvinen A, Peltola J. Oinodootteja ja enoterapiaa--viini lääketieteessä [On oenodotes and oenotherapy--wine in medicine]. *Duodecim*. 1999;115(23):2623-32. Finnish. PMID: 11974068.
2. Barbalho SM, Bueno Ottoboni AMM, Fiorini AMR, Guiguer ÉL, Nicolau CCT, Goulart RA, Flato UAP. Grape juice or wine: which is the best option? *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2020;60(22):3876-3889. doi: 10.1080/10408398.2019.1710692. Epub 2020 Jan 10. PMID: 31920107.
3. Beaven DW. Wine through the ages. *N Z Med J*. 1974 Jan 23;79(507):611-5. PMID: 4596363.
4. Bertson, J. F., Kennedy, J. A., & Adams, D. O. (2002). Tannin in skins and seeds of Cabernet Sauvignon, Syrah, and Pinot Noir berries during ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 54–59. <https://www.ajevonline.org/content/53/1/54>. article-inf

5. Bamba BSB, Shi J, Tranchant CC, Xue SJ, Forney CF, Lim LT. Influence of Extraction Conditions on Ultrasound-Assisted Recovery of Bioactive Phenolics from Blueberry Pomace and Their Antioxidant Activity. *Molecules*. 2018 Jul 11;23(7):1685. doi: 10.3390/molecules23071685. PMID: 29997308; PMCID: PMC6099992.
6. Castillo-Munoz, N., Gomez-Alonso, S., García-Romero, E., & Hermosín-Gutiérrez, I. (2007). Flavonol Profiles of *Vitis Vinifera* Red Grapes and Their Single-Cultivar Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 992–1002. <https://doi.org/10.1021/jf062800k>
7. Cheynier V, Tomas-Barberan FA, Yoshida K. Polyphenols: From Plants to a Variety of Food and Nonfood Uses. *J Agric Food Chem*. 2015 Sep 9;63(35):7589-94. doi: 10.1021/acs.jafc.5b01173. Epub 2015 Aug 31. PMID: 26281949.
8. Casassa, L. F., Vega-Osorno, A. A., & Hernandez, J. P. (2021). Chemical and chromatic effects of saignée combined with extended maceration and microwaved stem addition on three Pinot Noir clones from the Central Coast of California. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 27, 540–552. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12511>
9. Cozzolino D, Cynkar W, Shah N, Smith P. Technical solutions for analysis of grape juice, must, and wine: the role of infrared spectroscopy and chemometrics. *Anal Bioanal Chem*. 2011 Sep;401(5):1475-84. doi: 10.1007/s00216-011-4946-y. Epub 2011 Apr 5. PMID: 21465095.
10. Chung KT, Wong TY, Wei CI, Huang YW, Lin Y. Tannins and human health: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 1998 Aug;38(6):421-64. doi: 10.1080/10408699891274273. PMID: 9759559.
11. Diamantidou D, Zotou A, Theodoridis G. Wine and grape marc spirits metabolomics. *Metabolomics*. 2018 Dec 11;14(12):159. doi: 10.1007/s11306-018-1458-1. PMID: 30830493.
12. Grillo G, Boffa L, Talarico S, Solarino R, Binello A, Cavaglià G, Bensaid S, Telysheva G, Cravotto G. Batch and Flow Ultrasound-Assisted Extraction of Grape Stalks: Process Intensification Design up to a Multi-Kilo Scale. *Antioxidants (Basel)*. 2020 Aug 10;9(8):730. doi: 10.3390/antiox9080730. PMID: 32785182; PMCID: PMC7464093.
13. Giovinazzo G, Grieco F. Functional Properties of Grape and Wine Polyphenols. *Plant Foods Hum Nutr*. 2015 Dec;70(4):454-62. doi: 10.1007/s11130-015-0518-1. PMID: 26547323.
14. Gollücke AP. Recent applications of grape polyphenols in foods, beverages and supplements. *Recent Pat Food Nutr Agric*. 2010 Jun;2(2):105-9. PMID: 20653555.
15. Gollücke AP, Ribeiro DA. Use of grape polyphenols for promoting human health: a review of patents. *Recent Pat Food Nutr Agric*. 2012 Apr 1;4(1):26-30. PMID: 22316271.
16. Hernández-Orte, P., Cacho, J. F., & Ferreira, V. (2002). Relationship between varietal amino acid profile of grapes and wine aromatic composition.

- Experiments with model solutions and chemometric study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 2891–2899. <https://doi.org/10.1021/jf011395o>
17. Iias, R. J., Andersen, M. L., Skibsted, L. H., & Waterhouse, A. L. (2009). Identification of free radical intermediates in oxidized wine using electron paramagnetic resonance spin trapping. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(10), 4359–4365. <https://doi.org/10.1021/jf8035484>
  18. Khan N, Mukhtar H. Tea Polyphenols in Promotion of Human Health. *Nutrients*. 2018 Dec 25;11(1):39. doi: 10.3390/nu11010039. PMID: 30585192; PMCID: PMC6356332.
  19. Kumar, M.; Dahuja, A.; Tiwari, S.; Punia, S.; Tak, Y.; Amarowicz, R.; Bhoite, A.G.; Singh, S.; Joshi, S.; Panesar, P.S.; et al. Recent trends in extraction of plant bioactives using green technologies: A review. *Food Chem.* **2021**, 353, 129431.
  20. Lorrain B, Ky I, Pechamat L, Teissedre PL. Evolution of analysis of polyphenols from grapes, wines, and extracts. *Molecules*. 2013 Jan 16;18(1):1076-100. doi: 10.3390/molecules18011076. PMID: 23325097; PMCID: PMC6269677.
  21. Li L, Sun B. Grape and wine polymeric polyphenols: Their importance in enology. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2019;59(4):563-579. doi: 10.1080/10408398.2017.1381071. Epub 2017 Oct 20. PMID: 28933917.
  22. Monjotin N, Amiot MJ, Fleurentin J, Morel JM, Raynal S. Clinical Evidence of the Benefits of Phytonutrients in Human Healthcare. *Nutrients*. 2022 Apr 20;14(9):1712. doi: 10.3390/nu14091712. PMID: 35565680; PMCID: PMC9102588.
  23. Machado NF, Domínguez-Perles R. Addressing Facts and Gaps in the Phenolics Chemistry of Winery By-Products. *Molecules*. 2017 Feb 14;22(2):286. doi: 10.3390/molecules22020286. PMID: 28216592; PMCID: PMC6155862.
  24. Moreira N, Guedes de Pinho P. Port wine. *Adv Food Nutr Res*. 2011;63:119-46. doi: 10.1016/B978-0-12-384927-4.00005-1. PMID: 21867894.
  25. Monti A. La vite e il vino nella storia e nel diritto (secoli XI-XIX) [Vine and wine in history and in law from the 11th to the 19th centuries]. *Arch Stor Ital*. 1999;157(2):357-65. Italian. PMID: 19382373.
  26. Nash V, Ranadheera CS, Georgousopoulou EN, Mellor DD, Panagiotakos DB, McKune AJ, Kellett J, Naumovski N. The effects of grape and red wine polyphenols on gut microbiota - A systematic review. *Food Res Int*. 2018 Nov;113:277-287. doi: 10.1016/j.foodres.2018.07.019. Epub 2018 Jul 11. PMID: 30195522.
  27. Pianet I. A toast to wine analysis. *Anal Bioanal Chem*. 2011 Sep;401(5):1461. doi: 10.1007/s00216-011-5205-y. PMID: 21744240.
  28. Šikuten I, Štambuk P, Andabaka Ž, Tomaz I, Marković Z, Stupić D, Maletić E, Kontić JK, Preiner D. Grapevine as a Rich Source of Polyphenolic Compounds. *Molecules*. 2020 Nov 28;25(23):5604. doi: 10.3390/molecules25235604. PMID: 33260583; PMCID: PMC7731206.

29. Shao, P.; He, J.; Sun, P.; Zhao, P. Analysis of conditions for microwave-assisted extraction of total water-soluble flavonoids from *Perilla Frutescens* leaves. *J. Food Sci. Technol.* **2011**, *49*, 66–73
30. Soleas GJ, Diamandis EP, Goldberg DM. Wine as a biological fluid: history, production, and role in disease prevention. *J Clin Lab Anal.* 1997;11(5):287-313. doi: 10.1002/(SICI)1098-2825(1997)11:5<287::AID-JCLA6>3.0.CO;2-4. PMID: 9292395; PMCID: PMC6760744.
31. Tomás-Barberán FA, Andrés-Lacueva C. Polyphenols and health: current state and progress. *J Agric Food Chem.* 2012 Sep 12;60(36):8773-5. doi: 10.1021/jf300671j. Epub 2012 May 17. PMID: 22578138.
32. This P, Lacombe T, Thomas MR. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends Genet.* 2006 Sep;22(9):511-9. doi: 10.1016/j.tig.2006.07.008. Epub 2006 Jul 26. PMID: 16872714.
33. Unterkofler J, Muhlack RA, Jeffery DW. Processes and purposes of extraction of grape components during winemaking: current state and perspectives. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2020 Jun;104(11):4737-4755. doi: 10.1007/s00253-020-10558-3. Epub 2020 Apr 13. PMID: 32285174.